Le Conseil consultatif de l'environnement

Étude sur les fluorures d'origine industrielle — Présentation de quatre cas canadiens

Québec

88-03410/

TOME 2

ÉTUDE SUR LES FLUORURES D'ORIGINE INDUSTRIELLE: PRÉSENTATION DE QUATRE CAS CANADIENS

par

Alain Sauriol[1]

et

Benoît Gauthier[2]

pour le

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT

Québec
Décembre 1984

[1]Stagiaire (maîtrise en sciences de l'environnement), Université du Québec à Montréal
[2]Conseiller scientifique au Conseil consultatif

MANDAT ET OBLIGATIONS DU CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT

"8. Le Conseil doit donner son avis au ministre sur toute question que celui-ci lui soumet relativement aux sujets visés par la présente loi.

Il peut aussi, de sa propre initiative ou à la demande de personnes ou de groupes, formuler un avis sur les politiques en matière d'environnement.

Il peut, à ces fins, entreprendre les études nécessaires.

9. Le Conseil doit communiquer au ministre les constatations qu'il a faites et les conclusions auxquelles il arrive et lui faire les recommandations qu'il juge appropriées.

Le Conseil peut rendre public tout avis formulé en vertu du deuxième alinéa de l'article 8 et toute étude afférente, soixante jours après l'avoir transmis au ministre".

(Extraits de la Loi sur la qualité de l'environnement)

LISTE DES MEMBRES DU CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT

Marcel Junius, président
Germaine Brassard-Dumas
Régent Brosseau
J.-Benoît Bundock
Domingos de Oliveira
Charles D. Mallory
Gisèle Pellerin
Claudette Villeneuve
Trois postes vacants

PROFESSIONNELS DU SECRÉTARIAT

Robert Carpentier, conseiller scientifique
Benoît Gauthier, conseiller scientifique
Lucien Paquin, conseiller et recherchiste
Camille Rousseau, secrétaire

Conseil consultatif de l'environnement

3e trimestre 1986
ISBN 2-550-16631-0

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vi
INTRODUCTION	1
1. CAS DE PORT MAITLAND (ONTARIO)	1
1.1 Historique	2
1.2 Production	5
1.3 Réglementation touchant l'usine	6
1.4 Impacts des émissions	8
1.4.1 Santé publique	8
1.4.2 Végétation	13
1.4.3 Faune	15
1.4.4 Sol	20
1.4.5 Divers	21
1.5 Recommandations de la commission Hall	22
2. CAS DE LONG HARBOUR (TERRE-NEUVE)	23
2.1 Historique	23
2.2 Production	25
2.3 Législation touchant l'usine	26
2.4 Impacts des émissions	29
2.4.1 Santé publique	30
2.4.2 Végétation	34
2.4.3 Faune	42
2.4.4 Sol	43
2.5 Recommandations de la "*Canadian Public Health Association*" (CPHA)	45

Pages

3. CAS DE KITIMAT (COLOMBIE BRITANNIQUE) 45

3.1 Historique 45
3.2 Production 47
3.3 Contrôle des émissions 49
3.4 Réglementation touchant l'usine 51
3.5 Impacts des émissions 54
3.5.1 Santé publique 54
3.5.2 Végétation 56
3.5.3 Faune 62
3.6 Recommandations de l'"*Alcan Surveillance Committee*" 65

4. CAS DE SAINT-RÉGIS (FRONTIÈRE CANADO-AMÉRICAINE) 66

4.1 Historique 66
4.2 Production 68
4.3 Impacts des émissions 73
4.3.1 Santé publique 74
4.3.2 Végétation 83
4.3.3 Faune 87
4.3.4 Sol 90

CONCLUSION 90

RÉFÉRENCES 95

LISTE DES TABLEAUX

		Pages
Tableau 1.	Nombre d'enfants présentant des degrés divers de marbrures sur les dents à Port Maitland en fonction de la distance à la source d'émissions de fluorures	11
Tableau 2.	Fréquence (%) de dépassement des objectifs canadiens sur l'air ambiant pour une moyenne de 7 jours dans la région de Long Harbour en fonction de la direction et de la distance de l'usine de l'ERCO	28
Tableau 3.	Nombre d'enfants présentant des degrés divers de marbrures sur les dents à Long Harbour et Norman's Cove	32
Tableau 4.	Taux de fluorures dans le feuillage du sapin baumier et dans l'humus du sol pour une aire contaminée près de l'usine de phosphore de Long Harbour, 1973-1975	35
Tableau 5.	Concentrations des fluorures (F^-) dans les fruits au voisinage de l'usine de l'ERCO à Long Harbour, août - septembre 1974	40
Tableau 6.	Émissions de fluorures gazeux à l'aluminerie de Kitimat (1955-1977)	50
Tableau 7.	Émissions atmosphériques de fluorures totaux par l'aluminerie de Kitimat	52
Tableau 8.	Moyenne annuelle de fluorures dans la végétation arborescente de la région de Kitimat: 1971 - 1976	59
Tableau 9.	Moyenne des concentrations des fluorures selon l'espèce arborescente de la région de Kitimat: 1971 - 1976	59

Pages

Tableau 10. Taux de fluorures dans les squelettes de la faune capturée en 1978 dans la région de Kitimat 64

Tableau 11. Pourcentage de dépassement des normes et/ou objectifs de fluorures dans l'air ambiant de l'île de Cornwall durant la période de végétation (15 avril - 15 octobre) pour les années 1976 à 1983 71

Tableau 12. Taux de fluorures dans les légumes de la réserve de Saint-Régis par rapport à des légumes non contaminés 86

Tableau 13. Moyenne (juin - juillet - août) des fluorures contenus dans les échantillons de fourrage de l'île de Cornwall: 1969 - 1981 88

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation de Port Maitland 3

Figure 2. Carte montrant la localisation des quatre zones de dommages à la végétation à Long Harbour 37

Figure 3. Localisation de l'aluminerie de Kitimat 46

Figure 4. Localisation des zones de forte, moyenne et faible exposition à Saint-Régis 78

INTRODUCTION

À l'automne 1983, le Conseil consultatif était saisi d'une demande d'avis de citoyens du Saguenay - Lac Saint-Jean concernant notamment les émissions de fluorures d'origine industrielle. Afin de répondre à cette demande, le Conseil a entrepris l'étude des fluorures industriels dans l'environnement québécois.

Cette étude s'articule autour d'une démarche en trois étapes:

1- consultation auprès des intervenants
2- étude des cas canadiens
3- étude de la situation québécoise.

Le présent document décrit et résume les cas canadiens de Port Maitland, Long Harbour, Kitimat et Saint-Régis. Étant donné l'importance de l'expertise accumulée par les commissions chargées d'étudier les cas canadiens, étant donné la similitude de la situation entre ces quatre régions et celle qui prévaut au Québec, il nous est apparu indispensable de fournir une information détaillée sur chacun de ces cas industriels.

On retrouve pour chaque cas une description en fonction de quatre aspects bien définis, soit:

- l'historique;
- la nature de la production;
- la réglementation touchant l'usine;
- les impacts des émissions.

Cette analyse devait permettre de mieux comprendre les impacts reliés aux fluorures d'origine industrielle avant d'aborder la situation qui prévaut dans l'environnement québécois.

1. CAS DE PORT MAITLAND (ONTARIO)

Le cas de Port Maitland est le plus ancien des quatre cas présentés dans ce rapport. L'intérêt de la commission d'enquête Hall est d'avoir posé en 1968 les bases de la problématique des fluorures

dans l'environnement au Canada. Par contre, la date du rapport et la faiblesse des informations disponibles à l'époque suscitent plusieurs interrogations en regard de l'impact réel des fluorures sur cet environnement.

1.1 Historique

Les deux polluants majeurs dans la région de Port Maitland, Ontario, sont les fluorures et le bioxyde de soufre. Les fluorures sont émis par l'usine de l'ERCO[1] tandis que le bioxyde de soufre provient en grande partie de la *"Sherbrooke Metallurgical Company Limited"*, située à quelque 300 m de l'ERCO. Dans le cadre de cette section, une attention particulière est apportée aux informations concernant les émissions de fluorures en provenance de l'ERCO.

Port Maitland est situé à 6 km au sud-est de Dunnville, principale localité de la région qui comptait en 1981, 11 350 habitants. Les installations portuaires sont en bordure du lac Érié, sur le pourtour méridional de la péninsule du Niagara (figure 1).

Le climat du secteur à l'étude est de type modéré, assez humide, intermédiaire (Litynski, 1984). Les vents dominants sont du sud-ouest pour plus de 50 % du temps.

L'usine de l'ERCO produit des engrais superphosphatés depuis 1959. Auparavant, l'usine appartenait à la *"Dominion Fertilizer"*; celle-ci l'avait construite en 1958 afin de produire des engrais phosphatés. L'ERCO l'acheta et en modifia les installations. Les nouvelles installations furents mises en opération en juillet 1961.

---

[1] Electric Reduction Company (ERCO).

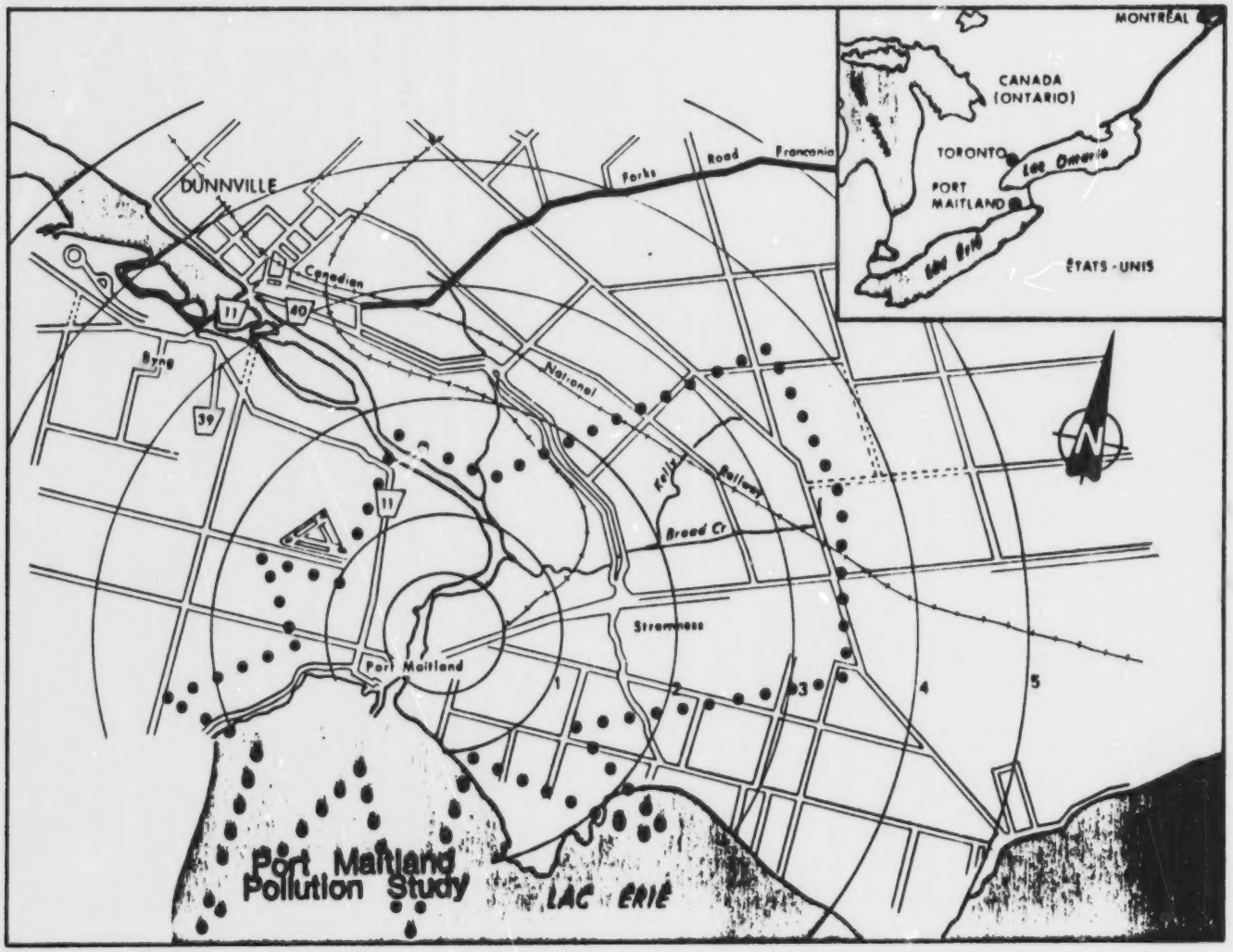

Figure 1. Localisation de Port Maitland.

C'est à la suite d'allégations publiques au sujet des pollutions de l'air, de l'eau et du sol que le gouvernement ontarien décida d'enquêter sur ce problème. En effet, dès janvier 1962, des fermiers de la région rapportèrent des dommages à leurs récoltes. En mai de la même année, le gouvernement ontarien informait l'ERCO que des plaintes avaient été reçues concernant des dommages à la végétation, une contamination des réservoirs d'eau et des blessures à la langue et aux lèvres du bétail. Plusieurs rencontres (1963-1965) entre le gouvernement ontarien et l'ERCO eurent lieu afin de réduire les émissions.

En 1965, le ministère de la Santé de l'Ontario entreprit une série d'études dans le secteur de Port Maitland sur le "*fluoride problem*". À la même époque, la Fédération agricole de l'Ontario démontra des évidences de dommages au bétail et à la végétation. Suite à ces données, un comité chargé d'étudier les réclamations des fermiers fut mis sur pied. Pour les dommages aux cheptels et aux récoltes de l'année 1965, l'ERCO versa 86 206 $; puis pour l'année 1966, la compagnie paya 122 126 $ en dommages aux agriculteurs et aux éleveurs.

De plus, en juillet 1967, un résidant de la région de Port Maitland prétendit souffrir de fluorose. Son cas fut rapporté au ministère de la Santé de l'Ontario[1]. Un autre spécialiste du Ministère mentionna également un état de faiblesse et des articulations déformées sur trois vaches du secteur; son rapport fit aussi état de "brûlures" sur la végétation avoisinante.

Finalement le 22 octobre 1967, soit une quinzaine de jours avant la création de la commission, le réseau de télévision

---

[1] Ultérieurement, après examens, il fut démontré que la personne ne souffrait pas de fluorose.

CBC présenta le film "*Air of Death*" montrant les effets de la pollution dans la région de Port Maitland. Ce film eut un impact considérable sur la population.

Tous ces faits amenèrent le gouvernement ontarien à mettre sur pied une commission afin d'éclaircir la situation.

Le 6 novembre 1967, la province de l'Ontario institua une commission d'enquête, sous la présidence du docteur G.E. Hall, dans le but d'informer et de rendre compte de la pollution de l'air, du sol et de l'eau dans les cantons de Dunn, Moulton et Sherbrooke ainsi que des effets de cette pollution sur la santé publique, le bétail, l'agriculture, l'horticulture, la productivité du sol et l'économie de la région.

La commission formée de trois membres fit réaliser plusieurs synthèses de la littérature scientifique; elle tint aussi une série d'audiences avant de remettre son rapport. Les différents intervenants du milieu (fermiers, médecins locaux...) ainsi qu'une brochette de spécialistes témoignèrent devant la commission.

1.2 Production

L'usine de l'ERCO à Port Maitland produit, à partir de roches phosphatées (fluorapatite) en provenance de la Floride, des engrais superphosphatés, de l'acide phosphorique et différents composés de phosphate. Le minerai utilisé contient 3,5 % de fluorures.

Les réactions chimiques permettant la production des engrais superphosphatés dégagent sous forme gazeuse, des fluorures en quantité appréciable compte tenu des volumes impliqués. Les fluorures sont émis principalement lors de la concentration de l'acide phosphorique.

Faisant suite à une étude réalisée en 1967, le gouvernement ontarien a demandé à l'ERCO de respecter un taux d'émission de l'ordre de 90 kg F/jour. Le calcul du taux d'émissions était obtenu à partir d'un taux de 0,2 kg de fluorures par tonne d'acide phosphorique produit. Malgré des améliorations techniques, l'ERCO n'a pu respecter cette demande.

D'autre part, la *"Sherbrooke Metallurgical Company Limited"*, située tout près de l'usine de l'ERCO, produit de l'acide sulfurique qu'elle vend à l'ERCO. Le principal polluant émis lors de la fabrication d'acide sulfurique est le bioxyde de soufre. Bien que contribuant à la pollution de la région, la *"Sherbrooke Metallurgical Company Limited"* n'émet pas de fluorures.

1.3 Réglementation touchant l'usine

De 1958 à 1967, période de fonctionnement de l'ERCO couverte par la commission Hall (1968), aucune norme quantitative ne régissait les émissions de fluorures. Aucun des quatre grands domaines de réglementation soit l'air ambiant, les émissions atmosphériques, les effluents industriels et le fourrage n'était alors couvert par une norme canadienne ou ontarienne. Les normes actuelles de l'Ontario sur l'air ambiant et le fourrage ont vu le jour au cours des années soixante-dix, c'est-à-dire quelques années après la tenue de la commission Hall (1968).

En 1967, cette province amenda l'*"Air Pollution Control Act, 1958"* (R.S.O. 1960, c. 12) pour permettre à tout plaignant, en cas de dommages au bétail, aux récoltes, aux arbres et à la végétation en général, de recourir aux services du gouvernement afin de conduire une enquête et d'évaluer le montant des dommages à être déboursé par le pollueur audit plaignant. C'est ainsi que les fermiers de la région de Port Maitland reçurent des indemnités pour les récoltes endommagées par les émissions de l'ERCO.

Cette nouvelle loi, appelée "*The Air Pollution Control Act, 1967*", mentionne aussi l'établissement de normes pour différents polluants atmosphériques dont les fluorures. Ces normes ne virent le jour officiellement qu'au début de l'année 1968 et n'eurent de ce fait, aucune influence sur la réglementation touchant l'ERCO durant la période d'enquête de la commission Hall (1968).

Malgré l'absence de normes, les fonctionnaires ontariens mesurent périodiquement les émissions de fluorures depuis 1960. En 1965, ils notèrent une augmentation considérable du taux de fluorures dans l'air ambiant qui passa de 80 µg F/100 cm^2/30 jours[1] pour l'année 1964 à 3 642 µg F/100 cm^2/30 jours[1] pour l'année 1965. D'après eux, un taux sécuritaire doit être inférieur à 100 µg F/100 cm^2/30 jours[1]. La zone dépassant le taux sécuritaire s'étendait en 1965 dans un rayon de 10 km autour de l'usine. En 1966, la zone se rétrécit à 6,5 km pour atteindre en 1967, 4 km et ce, suite à l'installation de nouveaux épurateurs chez l'ERCO (Hall, 1968).

En 1967, un nouveau système de mesure des fluorures atmosphériques fut mis en place autour de l'usine. Ces appareils calculaient les fluorures dans une unité de mesure (µg F/m^3) incompatible avec celle utilisée depuis 1960 (µg F/100 cm^2/30 jours). Le facteur de conversion n'ayant pas encore été calculé, les comparaisons et l'évolution du dossier devinrent presque impossibles. À noter que l'introduction de cette nouvelle unité de mesure a été adoptée de façon générale par l'ensemble de la communauté scientifique internationale; celle-ci utilise encore aujourd'hui les microgrammes de fluorures par mètre cube (µg F/m^3) comme unité de mesure des fluorures atmosphériques.

---

[1] À l'aide du facteur de conversion de Sidhu (1981) égal à 0,0076, les valeurs mentionnées sont équivalentes à 0,6 µg/m^3, 27,8 µg/m^3 et 0,76 µg/m^3 respectivement.

1.4 Impacts des émissions

La commission Hall (1968) étudia les problèmes de pollution environnementale dans la région de Port Maitland en fonction de deux agents polluants: les fluorures et le bioxyde de soufre. Toutefois, les impacts de ces deux polluants sur la santé publique, la végétation, les animaux de ferme et le sol furent examinés de façon distincte.

Dans les pages qui suivent, seules les informations concernant les fluorures ont été retenues.

1.4.1 Santé publique

L'étude de l'impact des fluorures sur la santé des résidants de la région de Port Maitland repose sur une démarche de consultation qui s'est développée en deux temps. Premièrement, la commission dressa un portrait général de la problématique des fluorures pour la santé. Puis, dans un second temps, elle se pencha sur les informations d'ordre médical se rapportant directement à la population de Port Maitland et ses environs. Une distinction très importante fut faite entre les travailleurs exposés sur leurs lieux de travail et les gens vivant à proximité de la source d'émission. Afin de cerner l'impact des fluorures industriels sur une population à l'échelle régionale comme le requiert le présent mandat d'étude, une attention particulière est apportée aux données touchant les résidants de Port Maitland plutôt qu'à celles portant sur les travailleurs de l'ERCO.

À l'invitation de la commission Hall (1968), le docteur Martin du ministère de la Santé du Royaume-Uni a dressé le portrait général de la problématique des fluorures vis-à-vis la santé humaine.

L'alimentation est la principale voie d'absorption des fluorures par l'homme. Les fluorures sont également absorbés par voie respiratoire à partir des fluorures contenus dans l'air ambiant. Connaissant les voies d'absorption des fluorures par l'homme, Martin (*in* Hall, 1968) a déterminé la nature de l'intoxication pouvant affecter la population de la région de Port Maitland. À son avis, l'intoxication qui sévit à Port Maitland pourrait être chronique car les quantités de fluorures ingérées sont faibles et se répètent sur une longue période de temps. La revue de la littérature scientifique effectuée par Martin (*in* Hall, 1968) à partir des études réalisées au Danemark, en Grande-Bretagne, aux États-Unis et en Union soviétique, lui a permis de conclure que les fluorures n'entraînent pas d'incapacités physiques ni de symptômes chez les populations exposées aux émissions industrielles de fluorures.

Par ailleurs, l'absence d'information sur le taux "normal" de fluorures dans l'air, l'eau, le sol et la nourriture, rend l'établissement d'un taux sécuritaire pour la santé humaine fort difficile à élaborer. De plus, la multitude d'unités de mesure utilisées dans les années soixante pour calculer les concentrations de fluorures rend les comparaisons entre les différentes études analysées très ardues. Aussi, la commission Hall (1968) dit espérer qu'un groupe d'experts internationaux en vienne à établir des standards pour le calcul des taux admissibles de fluorures dans l'air, l'eau et la végétation.

Après ce bilan global portant sur les fluorures, les commissaires se penchèrent sur les informations concernant spécifiquement la situation qui prévalait dans la région de Port Maitland.

Ainsi, en novembre et décembre 1967, le ministère de la Santé de l'Ontario effectua une série d'examens médicaux sur les habitants d'une zone entourant l'usine de l'ERCO. Cette zone s'étendait de 2,5 km au sud-ouest de l'usine à 8 km au nord-est. Pour chacune des résidences visitées dans cette zone, un questionnaire fut rempli, un échantillon d'urine et d'eau potable fut prélevé. De plus, chaque citoyen pouvait selon son désir subir un examen clinique complet.

Deux cent treize personnes furent soumises à un test évaluant la concentration de fluorures dans leurs urines. De ce nombre, 119 résidants montraient un taux de fluorures égal ou inférieur à 0,2 ppm F[1], 71 personnes avaient un taux compris entre 0,3 et 1 ppm F et 20 autres individus indiquaient un taux supérieur à 1 ppm. De ce dernier groupe de 20 individus, les quatre concentrations les plus élevées étaient respectivement de 2,2 - 2,4 - 2,6 et 3,4 ppm F. À la lumière de l'ensemble des résultats, rien ne suggère que les résidants de Port Maitland aient ingéré des quantités anormales de fluorures (Hall, 1968).

Par ailleurs, selon la commission Hall (1968), les concentrations de fluorures dans l'eau potable (< 1,0 ppm F) ne causent aucun danger pour la santé publique.

Afin de s'assurer de l'absence d'effets négatifs des fluorures sur la santé, une étude dentaire portant sur les écoliers de la région fut également effectuée. La fréquence et la sévérité des marbrures sur

[1] La concentration normale de fluorures dans l'urine est de 1 - 2 ppm F (OMS, 1970).

les dents de 151 écoliers vivant dans un rayon de 11 km autour de l'usine furent compilées. Le tableau 1 fournit les résultats de l'examen dentaire.

TABLEAU 1. NOMBRE D'ENFANTS PRÉSENTANT DES DEGRÉS DIVERS DE MARBRURES SUR LES DENTS À PORT MAITLAND EN FONCTION DE LA DISTANCE À LA SOURCE D'ÉMISSIONS DE FLUORURES

DEGRÉ DE MARBRURES	DISTANCE DE LA SOURCE D'ÉMISSIONS (km)				TOTAL
	0,8 - 3,0	3,2 - 4,6	4,8 - 6,2	6,4 - 11,0	
normal	29	28	33	29	119
très discret	13	7	4	5	29
discret	2	0	0	0	2
modéré	1	0	0	0	1
grave	0	0	0	0	0
					151

Tiré de: Hall, G.E., Winegard, W.C. and McKinney, A. 1968. Report of the Committee Appointed to Inquire Into and Report Upon the Pollution of Air, Soil, and Water in the Townships of Dunn, Moulton, and Sherbrooke Haldimand County. Ministère de la Santé, Ontario, 355 p.

Sur les 151 écoliers examinés, 119 présentaient un degré de marbrures jugé normal, c'est-à-dire 78,8 % de l'échantillon. Au fur et à mesure que l'on s'approchait de la source, l'on notait une très légère augmentation des cas de marbrures sur les dents. Ainsi, le seul cas modéré de marbrures se rencontra dans la zone la plus limitrophe (0,8 à 3 km) de l'ERCO. Le degré de marbrures présent chez les écoliers résí-

dant à moins de 3 km de Port Maitland suggérait que durant la période de 1957-1964, ces écoliers avaient consommé une quantité de fluorures équivalente à une eau fluorurée à 1,5 - 1,9 ppm F. Ce taux est jugé sécuritaire (Hall, 1968). Cependant, les fortes émissions de fluorures atmosphériques enregistrées en 1965 (voir section 1.3) pouvaient laisser présager une augmentation des cas de marbrures. La commission Hall (1968) en vint donc à recommander qu'un nouvel examen dentaire puisse être effectué au début de 1970 chez les écoliers.

Ayant examiné les conclusions portant sur les taux de fluorures dans l'urine et l'état de la dentition chez les écoliers, les commissaires invitèrent les résidants croyant souffrir de fluorose chronique à venir témoigner devant la commission.

Neuf personnes se présentèrent devant la commission Hall (1968). Les évidences présentées par les médecins généralistes et spécialistes ayant assuré le suivi des malades montrèrent, de façon concluante, qu'aucune des neuf personnes pensant souffrir de fluorose ne fut exposée à des concentrations excessives de fluorures et qu'aucune ne souffrait de fluorose (Hall, 1968).

À la lumière de toutes les informations compilées dans leur rapport, les commissaires souhaitèrent avoir convaincu la population de Port Maitland qu'aucun danger pour la santé humaine ne pouvait être attribué de façon directe ou indirecte aux émissions de l'ERCO et ce, malgré les affirmations du film "*Air of Death*" de la CBC ainsi que celles du docteur Waldbott dans un journal local selon lesquelles les gens résidant près de l'usine étaient empoisonnés par les fluorures,

affirmations qui ont eu un impact considérable sur la population locale.

1.4.2 Végétation

La région voisine des installations de l'ERCO est un territoire à vocation agricole. De ce fait, les impacts appréhendés des fluorures sur la végétation portent presque exclusivement sur les plantes cultivées.

La première indication de dommages aux récoltes de la région de Port Maitland est parvenue au gouvernement ontarien en janvier 1962. Des dommages furent mentionnés sur les tomates, le maïs et les fraises de deux fermes du secteur. Les experts du gouvernement envoyés sur place en juillet 1963 ne trouvèrent aucun dommage aux plants de tomates. Cependant, sur une des fermes visitées[1], les experts notèrent des dommages apparents aux feuilles du maïs situées près du sol, et des lésions caractéristiques causées par les fluorures sur les feuilles de vignes sauvages. Des dommages sévères furent également notés sur les glaïeuls, le maïs et les raisins d'une autre exploitation agricole (Hall, 1968).

Face à cette situation, les fermiers intentèrent des poursuites contre l'ERCO pour les pertes financières encourues par l'impact négatif des émissions sur le rendement des cultures. Un règlement hors cour intervint entre les deux parties. Pour les récoltes de 1965, les indemnisations versées par l'ERCO furent de 47 464 $ et pour l'année 1966, de 84 238 $. En 1967,

---

[1] La distance et la direction des fermes par rapport à l'ERCO ne sont pas mentionnées.

malgré les améliorations technologiques apportées à l'usine afin de réduire les émissions, une visite par un chimiste du gouvernement ontarien révéla des dommages aux récoltes sur six fermes de la région (Hall, 1968).

Par ailleurs, à la fin de septembre 1967, des mesures furent prises afin de connaître les concentrations de fluorures dans le foin. Dix-sept échantillons de foin prélevés sur 16 fermes donnèrent des concentrations de fluorures variant de 3 à 191 ppm. Le niveau de connaissances des relations entre les concentrations de fluorures et les dommages qui en résultent étant peu avancé à l'époque, la commission Hall (1968) eut beaucoup de difficultés à analyser la signification des concentrations de fluorures que l'on retrouve dans le foin. Les commissaires étaient d'avis que des mesures sur les concentrations devraient être effectuées à chaque cas de dommages à la végétation par les fluorures afin de permettre l'évaluation de ces dommages (Hall, 1968).

L'étude de l'impact des fluorures sur la végétation porta également sur le témoignage d'une quinzaine de fermiers de la région qui se présentèrent devant la commission Hall (1968). Bien que les dommages aux récoltes, particulièrement à l'orge, ne furent pas uniquement le fait de la pollution qui sévit à Port Maitland, il n'en demeure pas moins que les fluorures affectèrent la végétation. Aux yeux des commissaires toutefois, il est hors de question que les plantes fourragères, le foin et les feuilles de maïs aient été contaminés par de fortes concentrations de fluorures (Hall, 1968).

D'autre part, aucune évidence ne montre des taux de fluorures anormalement élevés dans les grains de céréale à maturité (Hall, 1968).

En ce qui concerne les tomates, les commissaires acceptèrent l'évidence selon laquelle des dommages s'étaient produits en quelques occasions sur les récoltes. Cependant, la principale perte économique liée aux récoltes de tomates provint de l'impact très négatif qu'eut le film "*Air of Death*" sur les consommateurs; en effet, ceux-ci cessèrent d'acheter des tomates en provenance de la région de Port Maitland, suite au visionnement du film (Hall, 1968).

Finalement, des lésions aux conifères et aux arbres à feuilles décidues localisés sous les vents dominants furent rapportées. Les commissaires soupçonnèrent les fluorures atmosphériques d'être les principaux responsables de ces lésions. De plus, quelques arbres et arbustes (espèces indéterminées) de la région moururent. Les causes de cette mortalité sont demeurées inconnues (Hall, 1968).

1.4.3 Faune

L'examen de l'impact des émissions de fluorures dans la région de Port Maitland porta exclusivement sur les animaux de ferme. Ainsi, les poulets de rôtisserie, les dindes, les porcs, les chevaux, les moutons, les bovins et les abeilles furent étudiés par la commission Hall (1968). Toutefois, une emphase particulière fut apportée à l'étude des bovins.

Lors de la période d'enquête de la commission, les poulets de rôtisserie constituaient le principal élevage de volailles en Ontario. Les poulets étaient

confinés à l'intérieur, sans aucun accès aux terrains extérieurs, et étaient nourris principalement à partir de préparations commerciales. Après neuf semaines, les poulets atteignaient un poids satisfaisant. Même si les éleveurs avaient utilisé une eau fortement fluorurée, même si une partie des grains qui nourrissaient les poulets avaient poussé dans des sols contenant beaucoup de fluorures et même si les mangeoires étaient situées dans une région soumise aux émissions industrielles de fluorures, il semble très improbable que des cas de fluorose se soient produits chez les poulets de rôtisserie (Hall, 1968).

D'autre part, pour les dindes de rôtisserie, les conditions paraissent semblables à celles des poulets sauf pour la période de croissance qui atteint 12 à 15 semaines. La haute tolérance des dindes face aux fluorures et leur régime alimentaire basé sur des préparations commerciales font qu'il est hautement improbable que les dindes aient été affectées par les émissions industrielles de fluorures (Hall, 1968).

Pour le porc, une étude réalisée à proximité d'une usine de phosphate montre que les porcs ne présentent aucun symptôme de fluorose alors que ces symptômes sont présents chez les bovins de la même région (Largent, 1949 *in* Hall, 1968). Il semble que la haute tolérance du porc face aux fluorures et son régime alimentaire particulier font en sorte que le danger de fluorose est faible chez celui-ci (Hall, 1968).

Pour le cheval, il est généralement reconnu que cet ongulé est plus tolérant aux fluorures que les vaches ou les moutons. Ainsi Largent (1949 *in* Hall, 1968) rapporte que dans une région soumise aux émissions industrielles de fluorures, les vaches sont sévèrement

affectées alors que les chevaux ne présentent aucun symptôme.

En ce qui concerne les moutons, Bosworth (1941 *in* Hall, 1968) rapporte chez des agneaux des cas typiques de fluorose dentaire dans un troupeau paissant à proximité d'une source d'émissions industrielles de fluorures. Par contre, l'état général de santé des moutons adultes est bon, bien que ceux-ci soient gardés dans des pâturages suffisamment contaminés pour causer des lésions sévères aux vaches (Bosworth, 1941 *in* Hall, 1968).

Pour les bovins qui sont de gros consommateurs de fourrage et de faibles consommateurs de grains, la contamination aux fluorures d'origine industrielle s'avère la plus sévère parmi les différents animaux de ferme. Les bovins sont les animaux qui tolèrent le moins les fluorures et qui possèdent la plus longue durée de vie, ce qui permet une accumulation prolongée de fluorures. Ces facteurs entraînent un danger plus grand de contamination par les fluorures industriels chez les bovins que chez tout autre espèce d'animaux de ferme (Hall, 1968).

Parmi les bovins, les vaches allaitant leurs petits sont plus sensibles à un excès de fluorures que les vaches laitières, elles-mêmes plus sensibles que les boeufs de boucherie (Hall, 1968).

Étant donné que les bovins sont les animaux de ferme les plus sensibles aux fluorures, et que des cas de fluorose ont été rapportés dans la région de Port Maitland, les commissaires ont étudié de façon plus approfondie cet aspect.

Seize fermiers témoignèrent devant la commission afin de rapporter les différents dommages causés, selon eux, à leurs bestiaux par les fluorures.

Le fait qu'il y ait eu des cas de fluorose chez des bovins de la région est incontestable. Il s'est assurément déjà produit des problèmes d'articulation, des pertes de bétail à la suite de l'ingestion de quantités de fluorures au-dessus de la normale et des cas de fluorose dentaire. Toutefois, rien n'indique que la fluorose ait atteint un degré aussi élevé que celui mentionné lors des audiences. Prétendre, comme l'ont fait les fermiers en audiences, que les bovins sont contaminés ou que l'on doit se défaire du troupeau et ce, sans considération pour l'âge des animaux, la durée d'exposition des bêtes et les procédures utilisées lors des examens vétérinaires et des tests de laboratoire, est, selon les commissaires, hasardeux (Hall, 1968). À leur avis, c'est un manque d'organisation, de connaissances et de communications qui a entraîné la confusion entre l'ERCO, les fonctionnaires du gouvernement ontarien et les fermiers à propos des réclamations financières faites par ces derniers au sujet des pertes de bétail subies à cause des émissions de fluorures par l'ERCO (Hall, 1968).

Par ailleurs, les commissaires se sont penchés sur les effets des fluorures en ce qui regarde la reproduction animale. À l'aide d'une revue de la littérature et du témoignage des docteurs Suttie et Willoughby, il leur est apparu que la reproduction des bovins n'était pas directement affectée par l'ingestion de quantités relativement élevées de fluorures, et ce même, sur une longue période de temps (Hall, 1968).

De plus, la commission Hall (1968) a examiné l'impact des fluorures sur les productions animales (lait, viande de boucherie). Après une revue de la littérature scientifique portant sur cet aspect, les commissaires ont noté que les concentrations de fluorures, contenus dans le lait et la chair des vaches montrant des symptômes de fluorose, étaient très basses (Hall, 1968).

Finalement, les commissaires ont examiné l'impact des fluorures sur les abeilles. Bien que celles-ci ne soient pas considérées comme des animaux de ferme, leur importance dans les exploitations agricoles de la région est indéniable. Il appert que les effets des fluorures atmosphériques sur les abeilles ne sont pas complètement compris. Plusieurs contradictions apparaissent dans la littérature. Ainsi Murizio (1956 *in* Hall, 1968) rapporte que les fluorures atmosphériques causent de sérieux dommages aux abeilles. Ces dommages seraient dus à la présence constante de fluorures sur les fleurs de diverses espèces végétales. Pour sa part, Jackimovicz (1964 *in* Hall, 1968) mentionne que des abeilles, provenant de ruches situées dans un rayon d'un à vingt kilomètres d'une aluminerie française, contiennent des fluorures mais que cette quantité n'est pas reliée à la distance de la source d'émissions. Ce chercheur trouva également plusieurs abeilles ayant un niveau de fluorures dix fois supérieur à la dose considérée comme létale. Jackimovicz (1964 *in* Hall, 1968) suggère que les abeilles vivant près d'une source majeure de fluorures peuvent développer une résistance à ceux-ci.

Le docteur Tanner résuma la situation de l'impact des fluorures sur les abeilles devant la commission Hall (1968). Normalement les abeilles contiennent moins

d'un microgramme (µg) de fluorures dans leurs tissus; une quantité variant de 5 à 10 µg est généralement acceptée comme dose létale bien que des études démontrent que des concentrations supérieures sont occasionnellement notées, ce qui laisse croire que les abeilles peuvent développer une résistance face aux fluorures. Néanmoins, on peut conclure que les fluorures sont susceptibles d'être un poison pour les abeilles. La toxicité varie avec l'âge, le rôle social et les activités de butinage des abeilles ainsi que la solubilité du fluorure en présence, la distance de la source d'émissions, la source de nectar, la direction des vents et la topographie (Tanner *in* Hall, 1968).

En résumé, la commission Hall (1968) reconnaît l'existence d'un problème de pollution atmosphérique lié aux émissions de fluorures; ceux-ci ont entraîné des pertes et des dommages aux animaux de ferme de la région et ce, pendant plusieurs années. Toutefois, comme il persistait un manque de connaissance de la part de plusieurs intervenants du milieu au sujet de la fluorose animale, la commission Hall (1968) recommanda que des critères de diagnostics soient élaborés au plus tôt.

1.4.4 Sol

La commission Hall (1968) réalisa d'abord une revue de la littérature scientifique disponible à l'époque.

Le taux naturel de fluorures dans le sol varie selon le type de sol. Sur un échantillonnage de 30 sols différents aux États-Unis, Robinson et Edgington (1946 *in* Hall, 1968) ont trouvé des concentrations de fluorures oscillant entre des taux négligeables et plus de 7 000 ppm, avec une moyenne se situant à 292 ppm F.

D'autre part, bien que des quantités de fluorures soient ajoutées au sol par l'emploi d'engrais chimiques, particulièrement les superphosphates, le fluorure de calcium contenu dans ces engrais n'entraîne pas d'effets nuisibles sur les récoltes et ne cause pas une augmentation appréciable des concentrations de fluorures dans la végétation (MacIntire, 1957 *in* Hall, 1968).

De plus, les fluorures peuvent être ajoutés au sol par des émissions industrielles. Ainsi, une industrie qui émet dix tonnes de fluorures atmosphériques par jour, dont la moitié se dépose dans un rayon de 16 km autour de l'usine, entraîne une augmentation moyenne du taux de fluorures dans les premiers six pouces du sol de l'ordre de 10 ppm F par année (Hansen *et al.*, 1958, *in* Hall, 1968).

Une dernière information importante puisée dans la littérature scientifique: les fluorures, après avoir atteint le sol, sont apparemment inactivés et leur absorption par les racines est négligeable; l'impact se fait par l'entremise des feuilles à partir des fluorures atmosphériques (Hall, 1968).

Par ailleurs, en septembre 1967, le gouvernement ontarien procéda à un échantillonnage de 76 sols de la région de Port Maitland. Les concentrations de fluorures contenus dans ces échantillons variaient de 85 à 520 ppm F, avec une moyenne de 202 ppm F (Hall, 1968).

1.4.5 Divers

Il faut aussi mentionner les impacts des fluorures sur le verre et la peinture. En effet, les fluorures

contenus dans les poussières de gypse, produites par l'ERCO lors du procédé de fabrication de l'acide phosphorique, ont endommagé les vitres et la peinture des résidences et des voitures, principalement dans un rayon de moins d'un kilomètre de l'usine (Hall, 1968).

En outre, le gouvernement ontarien a examiné les effluents industriels de l'ERCO. Une enquête, menée à la fin de l'année 1961 et au début 1962, estime à 4,2 tonnes par jour, la quantité de fluorures déversée dans le cours d'eau Broad Creek. Au cours des années 1964-1965, l'ERCO mit en place un système de traitement de ses eaux usées. En 1966, le gouvernement ontarien réévalua les concentrations de fluorures dans les effluents de l'ERCO. Malgré les améliorations technologiques apportées par la compagnie, les concentrations de fluorures déversées dans le Broad Creek (33 à 682 ppm F) étaient toujours inacceptables aux yeux du gouvernement ontarien (Hall, 1968). En 1968, le tonnage de fluorures déversé dans ce cours d'eau était estimé à 1,4 tonne de fluorures par jour. L'ERCO entreprit des mesures de corrections. L'installation d'un système d'épuration des eaux, susceptible de remédier à cette situation, était en voie de réalisation au moment où la commission Hall terminait son rapport.

1.5 Recommandations de la commission Hall

Suite à l'audition et l'examen des différentes données présentées à la commission, les commissaires rédigèrent une série de recommandations. Un résumé de celles-ci fournit les informations suivantes:

- Des normes significatives doivent être établies par le gouvernement ontarien concernant les concentrations tolérables des divers polluants dans l'air, relativement à leurs effets sur la santé humaine, les animaux et les plantes;

- Une standardisation des unités de mesures des concentrations de polluants dans l'air, l'eau, la végétation et d'autres substances doit être effectuée;

- Une méthode adéquate et réaliste d'évaluation des dommages aux animaux de ferme doit être disponible aux vétérinaires. L'université de Guelph et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario doivent préparer cette méthode;

- Les normes canadiennes (en vigueur en 1968) sur les concentrations de fluorures dans les aliments et les éléments minéraux peuvent engendrer dans certaines circonstances, des problèmes aux animaux de ferme.

2. CAS DE LONG HARBOUR (TERRE-NEUVE)

2.1 Historique

Les émissions de fluorures à Long Harbour, Terre-Neuve, proviennent d'une usine de production de phosphore élémentaire. Celle-ci, propriété de l'ERCO, est en exploitation depuis la fin de 1968. La production génère, entre autres, des émissions atmosphériques de fluorure d'hydrogène (HF) et de tétrafluorure de silice (SiF_4).

Long Harbour est situé sur la côte est de Terre-Neuve à l'intérieur d'une baie étroite donnant sur l'imposante baie de Placentia (figure 2, p. 36).

Le climat est de type modéré, humide et intermédiaire (Litynski, 1984). Les vents dominants soufflent du sud - sud-ouest pour 60 % du temps. La direction des vents dominants entraîne d'importantes retombées des émissions de l'ERCO sur la partie est de la municipalité.

La population de Long Harbour se chiffre à environ 700 âmes. Près de 70 % de la population active travaille chez l'ERCO. Les autres travailleurs sont principalement pêcheurs ou commerçants.

Au début de 1977, le ministère du Tourisme terre-neuvien fit la découverte d'animaux sauvages difformes (un orignal et deux lapins) dans le voisinage de l'ERCO; ceux-ci recelaient des niveaux excessifs de fluorures dans leurs os.

À la suite des inquiétudes exprimées par la population, la *"Canadian Public Health Association"* (CPHA) fut mandatée par le ministère de la Santé de la province de Terre-Neuve pour entreprendre une étude environnementale. L'objectif de celle-ci était de déterminer si oui ou non un danger, causé par une contamination des fluorures en provenance des émissions de l'ERCO, existait pour la santé de la population de la région de Long Harbour.

Le comité formé par la CPHA était composé de trois membres. Ces trois personnes possédaient toutes une vaste expérience dans le domaine médical et n'étaient pas à l'emploi du gouvernement terre-neuvien. Le comité de la CPHA rencontra les représentants du Gouvernement, ceux de l'ERCO, de l'*"United Workers of America"* et le président du conseil municipal de Long Harbour. De plus, le comité tint une audience publique

à Long Harbour le 8 septembre 1977. Cinquante-quatre mémoires provenant de différents intervenants furent déposés devant le comité.

Les objectifs de la recherche menée par la CPHA (1978) étaient les suivants:

- revoir toute l'information disponible concernant les fluorures dans la région de Long Harbour et recevoir les mémoires des groupes impliqués et intéressés au dossier;
- aviser le gouvernement sur les données supplémentaires nécessaires et assurer l'obtention de ces données;
- spécifier les secteurs exigeant des recherches scientifiques additionnelles;
- évaluer le programme actuel de monitoring et recommander les améliorations nécessaires;
- fournir un rapport public sur les résultats de l'enquête.

2.2 Production

Le phosphore élémentaire est produit à partir d'un minerai, le fluorapatite, extrait du sous-sol de la Floride. Après broyage, il est apporté à l'intérieur d'un four électrique. Une température de 1 500 à 1 700^{o}C permet la séparation du phosphore élémentaire, qui est recueilli et pompé sous forme liquide à l'intérieur de réservoirs. À partir de ces réservoirs, ce phosphore est acheminé sur les marchés mondiaux où il sert notamment à la fabrication d'engrais phosphatés.

La production de phosphore élémentaire est de 200 tonnes par jour, soit une production annuelle estimée à 73 000 tonnes/année.

Les émissions de fluorures proviennent de deux sources principales:

- les cendres des fours électriques
- les fumées de la cheminée.

Les cendres des fours électriques contiennent 2,7 - 3,0 % de fluorures pour un tonnage annuel de 8 550 à 11 500 tonnes F/année selon les données fournies en 1975 par l'ERCO. Ces cendres sont répandues sur un terrain voisin de l'usine, le long de la côte sud de Long Harbour.

En ce qui concerne les émissions générées par les cheminées, le rapport du CPHA (1978) ne fournit aucune indication sur la quantité de fluorures émise par ces sources.

2.3 Législation touchant l'usine

L'usine de l'ERCO doit veiller à respecter des normes et/ou objectifs sur l'air ambiant, le fourrage et la végétation.

Les normes et/ou objectifs pour les fluorures gazeux (Fg) dans l'air ambiant des gouvernements du Canada et de Terre-Neuve sont les suivants:

DURÉE	CANADA		TERRE-NEUVE
	max. acceptable ($\mu g/m^3$)	max. souhaitable ($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)
24 h	0,85	0,40	0,90
7 jr	0,55	0,20	-
1 m.	0,35	-	0,45
70 jr	0,20	-	-

Des mesures réalisées par le gouvernement terre-neuvien dans la région de Long Harbour, montrent qu'avant 1977, les concentrations de fluorures totaux et gazeux dans l'air ambiant ont excédé les normes terre-neuviennes permises sur une base mensuelle. Ainsi, pour la période de mai à juin 1973, le taux de fluorures gazeux fut de 2,0 $\mu g/m^3$ comparativement à la norme provinciale de 0,45 $\mu g/m^3$. De juin à août 1976, le taux de fluorures gazeux enregistré fut également de 2,02 $\mu g/m^3$. En 1977, la norme du gouvernement de Terre-Neuve pour les fluorures gazeux sur une base mensuelle (0,45 $\mu g/m^3$) fut respectée, la valeur enregistrée ayant chuté à 0,13 $\mu g/m^3$ (CPHA, 1978).

Par ailleurs, le Service canadien des forêts d'Environnement Canada poursuivit de 1976 à 1980, une étude des concentrations de fluorures dans l'air ambiant. Sidhu (1981) put ainsi calculer la fréquence des dépassements lors de cette période de cinq ans (1976-1980) en fonction des objectifs canadiens basés sur une moyenne de sept jours (maximum souhaitable - maximum acceptable). Le tableau 2 résume la situation. De l'examen des données, il ressort que sur une distance de 1,4 km à l'est - nord-est de l'usine, les taux de fluorures gazeux dans l'air ambiant n'ont jamais respecté les objectifs canadiens à l'exception de l'année 1980, où ceux-ci le furent mais moins de la moitié du temps.

La baisse généralisée des pourcentages de dépassement enregistrée en 1980 s'explique par l'installation de mesures de contrôle plus sévères chez l'ERCO. Pour la zone située à 18,7 km au nord-est de l'usine, les objectifs fédéraux ont presque toujours été respectés de 1976 à 1980. De plus, Sidhu (1981) a démontré que la concentration de fluorures dans l'air ambiant est inversement proportionnelle à la distance à la source pour la région de Long Harbour.

TABLEAU 2. FRÉQUENCE (%) DE DÉPASSEMENT DES OBJECTIFS CANADIENS SUR L'AIR AMBIANT POUR UNE MOYENNE DE 7 JOURS DANS LA RÉGION DE LONG HARBOUR EN FONCTION DE LA DIRECTION ET DE LA DISTANCE DE L'USINE DE L'ERCO

DIRECTION/ DISTANCE	ENE/1,4 km		ENE/5,8 km		NE/8,0 km		NE/10,3 km		NE/18,7 km	
ANNÉE	>0,55[1]	>0,20[2]	>0,55	>0,20	>0,55	>0,20	>0,55	>0,20	>0,55	>0,20
1976	100	100	100	100	86	100	50	100	0	36
1977	100	100	82	100	64	82	55	73	0	9
1978	100	100	100	100	92	100	50	92	0	0
1979	100	100	92	100	69	92	38	77	0	0
1980	67	83	50	67	25	50	17	42	0	0

1 maximum acceptable ($\mu g/m^3$)

2 maximum souhaitable ($\mu g/m^3$)

Tiré de: Sidhu, S.S, 1981 Results of Air Monitoring from 1976 to 1980 in the Vicinity of a Phosphorus Plant, Long Harbour, Newfoundland, Environnement Canada, rapport N - X - 203, page 22, modifié.

D'autre part, le fourrage et la végétation en général sont réglementés par une série de normes provinciales qui se lit ainsi:

Fourrage

35 ppm F moyenne de mai à novembre inclusivement

60 ppm F moyenne mensuelle qui ne peut être excédée plus de 2 mois consécutifs/an

80 ppm F moyenne mensuelle qui ne peut être excédée 1 mois

35 ppm F si le fourrage est consommé 30 jours après la récolte

Végétation

130 ppm F pour les arbres à feuilles décidues

45 ppm F pour les conifères durant la période de croissance

70 ppm F pour les conifères après la période de croissance

60 ppm F pour les graminées et les cypéracées.

Les données concernant la végétation sont discutées en détail à la section 2.4.2.

2.4 Impacts des émissions

La CPHA (1978) examina tout d'abord les deux fluides récepteur/transporteur des fluorures dans l'écosystème, soit l'air ambiant et l'eau.

Pour l'air ambiant, un résumé de la situation est donné à la section précédente portant sur la législation (section 2.3). Les principales remarques indiquent une décroissance des concentrations de fluorures en fonction de la distance à l'usine ainsi qu'un dépassement fréquent des objectifs canadiens.

Le secteur hydrique fut divisé en deux domaines:

1- eau de consommation
2- eaux des lacs et des rivières.

L'eau potable, consommée par la majorité de la population, contenait un taux de fluorures égal à 0,13 ppm F. Ce taux ne présentait en soi aucun danger pour la population. En effet, depuis 1978, le ministère de la Santé nationale et Bien-être social a fixé la concentration maximale acceptable des fluorures dans l'eau potable à 1,5 ppm F, c'est-à-dire une concentration dix fois supérieure à celle que l'on retrouvait alors à Long Harbour (CPHA, 1978).

En ce qui concerne l'eau des lacs et des rivières, les membres du CPHA (1978) examinèrent une étude réalisée en 1974-75 par le *"Federal Resource Development Branch, Newfoundland Region"*. La concentration moyenne de fluorures de plusieurs lacs et étangs de la région de Long Harbour était inférieure à 0,5 ppm F. Il est intéressant de noter que les concentrations de fluorures (0,1 à 0,9 ppm F) de neuf étangs, situés sous les vents dominants, étaient plus élevés que ceux de dix étangs servant d'échantillons témoins. Un deuxième rapport, effectué en juillet et septembre 1977 par le *"Provincial Department of Consumer Affairs and Environment"* et portant sur une série d'analyses des étangs voisins de l'usine de l'ERCO, indiqua des taux de fluorures compris entre 0,1 ppm F et 0,35 ppm F (CPHA, 1978).

2.4.1 Santé publique

En premier lieu, les membres du CPHA considèrent que les concentrations de fluorures dans l'air ambiant, enregistrées dans la région de Long Harbour, étaient très inférieures à celles pouvant présenter un danger pour la santé publique. De plus, comme mentionné précédemment, le taux de fluorures contenus

dans l'eau potable (0,13 ppm F) ne présentait aucun danger pour la population (CPHA, 1978).

Néanmoins, les membres du CPHA (1978) entreprirent une évaluation de l'impact des fluorures sur la santé des résidants de Long Harbour à l'aide des deux méthodes reconnues comme étant les plus précises et les plus pratiques, c'est-à-dire l'examen dentaire et le calcul de la concentration des fluorures dans l'urine chez les enfants. Ces derniers furent choisis comme groupe cible car ils représentent, selon le CPHA (1978), le segment de la population le plus sensible aux effets des fluorures.

L'examen dentaire, réalisé en 1977, porta sur 323 enfants d'âge scolaire, 173 vivant à Long Harbour et 150 résidant à Norman's Cove, localité située à 40 km de Long Harbour. Ce dernier groupe constitua l'échantillon témoin.

Les membres du CPHA (1978) voulurent d'abord évaluer les marbrures (*"mottling"*) sur les dents des enfants. La fréquence et le degré de marbrures pour les deux groupes étudiés sont donnés au tableau 3. Ainsi, tant à Long Harbour qu'à Norman's Cove, aucun cas de marbrure modérée ou grave en relation avec les fluorures ne fut rapporté. Selon la CPHA (1978), les données du tableau 3 n'indiquent pas une consommation antérieure excessive de fluorures et ce, pour tous les enfants examinés.

L'état de la carie fut également étudié lors de l'examen dentaire. Les résultats ont montré que les dents des enfants de Long Harbour étaient généralement plus résistantes à la carie que celles des enfants de Norman's Cove, situé à 40 km de l'usine de

TABLEAU 3. NOMBRE D'ENFANTS PRÉSENTANT DES DEGRÉS DIVERS DE MARBRURES SUR LES DENTS À LONG HARBOUR ET NORMAN'S COVE

DEGRÉ DE MARBRURE	LONG HARBOUR	NORMAN'S COVE
A) Relié aux fluorures		
douteux	4	5
très discret	6	3
discret	2	1
modéré	-	-
grave	-	-
B) Non relié aux fluorures		
opacité	3	7
décoloration	-	-
hypoplastie de l'émail	-	1
C) Normal	158	133
Total	173	150

Tiré de: Canadian Public Health Association (CPHA), 1978. Task Force on Fluoride, Final Report, Long Harbour, Newfoundland p. 93.

phosphore. Il est raisonnable de supposer que dans le cas des enfants de Long Harbour, les fluorures contenus dans l'environnement ont contribué, au moins en partie, à l'augmentation de la résistance des dents envers la carie (CPHA, 1978).

En conclusion de l'examen dentaire, la CPHA (1978) affirma qu'aucune indication ne révélait une consommation antérieure excessive de fluorures chez les enfants de Long Harbour. Ceci est démontré par l'absence presque totale de dommages aux dents pouvant être reliés aux fluorures.

De plus, la CPHA (1978) mena en octobre 1977 une étude sur les taux de fluorures contenus dans l'urine des enfants (5 à 18 ans) de Long Harbour et Norman's Cove. Les enfants de Norman's Cove servirent encore une fois de groupe témoin. Les résultats indiquèrent que la moyenne des concentrations de fluorures contenus dans les urines des enfants de Long Harbour était de 0,41 ppm (de 0,09 à 2,25 ppm F) alors que celle des enfants de Norman's Cove était de 0,31 ppm F (de 0,05 à 1,0 ppm). Toutes ces concentrations sont sécuritaires et ne présentent aucun danger pour la population; le niveau sécuritaire est fixé à 5,0 ppm F, c'est-à-dire plus de 12 fois supérieur au niveau moyen mesuré à Long Harbour (CPHA, 1978).

La différence dans la moyenne des concentrations de fluorures contenus dans l'urine entre Long Harbour et Norman's Cove n'est pas reliée aux émissions de l'ERCO mais plutôt à des écarts entre les quantités de thé et de lait (à haute teneur en fluorures) ingérées par les populations des deux municipalités. De plus, le fait que les enfants de Long Harbour fréquentaient l'école élémentaire hors de la munici-

palité, dans une région où l'eau naturelle était plus fortement fluorurée (1 ppm), permet aussi d'expliquer la différence entre les deux moyennes (CPHA, 1978).

S'appuyant sur l'examen dentaire et l'étude des concentrations de fluorures dans l'urine, la CPHA (1978) conclut qu'aucun danger n'existe pour la population de Long Harbour vis-à-vis une contamination de l'environnement par les fluorures.

2.4.2 Végétation

Dès 1970, la végétation au voisinage de l'ERCO montrait des dommages sur la marge et l'extrémité des aiguilles du sapin baumier et de l'épinette noire. De 1970 à 1973, l'impact des fluorures sur la végétation s'accrut. Une évaluation plus poussée, réalisée en 1973 sur l'état de la végétation de Long Harbour, permit d'établir quatre zones de dommages sur la végétation arborescente autour de l'usine de l'ERCO (Sidhu et Roberts, 1975).

Cette évaluation fut ensuite étendue sur une période de trois ans (1973 - 1975); le tableau 4 en fournit les résultats (Sidhu et Roberts, 1976). Les zones mentionnées au tableau 4 sont localisées sur la figure 2. Ainsi, la zone I indique celle qui fut la plus durement touchée par les émissions de fluorures avec plus de 80 % de mortalité chez le sapin baumier. On remarque également une augmentation de 48 % des superficies affectées par les émissions de 1973 à 1974. Cette augmentation est due à une hausse des émissions de l'usine de l'ordre de 75 %, jumelée à des émissions incontrôlées (d'urgence) de plus de

TABLEAU 4. TAUX DE FLUORURES DANS LE FEUILLAGE DU SAPIN BAUMIER ET DANS L'HUMUS DU SOL POUR UNE AIRE CONTAMINÉE PRÈS DE L'USINE DE PHOSPHORE DE LONG HARBOUR, 1973-1975

ZONE ENDOMMAGÉE	CATÉGORIE DES PRINCIPAUX DOMMAGES ET DOMMAGES OBSERVÉS SUR LE SAPIN BAUMIER	CONCENTRATION TOTALE DES FLUORURES DANS LE FEUILLAGE (ppm sur base sèche)			FLUORURE DISPONIBLE DANS L'HUMUS (ppm sur base sèche)			ZONE TOTALE AFFECTÉE (ha)		
		1973[a] (moy.)	1974[a] (moy.)	1975[ab] (moy.)	1973 (moy.)	1974 (moy.)	1975[b] (moy.)	1973	1974	1975
I	80-95 % d'arbres morts; défoliation complète à sévère.	281	237	9,9	58	24,2	8,1	610	1741	1741
II	40-60 % d'arbres morts; défoliation complète à sévère du côté des vents dominants, extrémité brûlée tout autour de la couronne.	141	149	6,1	27	10,5	7,8	2175	2380	2380
III	20-30 % d'arbres morts; défoliation partielle du côté des vents dominants, brûlure sévère des extrémités sur le côté des vents dominants, brûlure légère ou absente des extrémités sous le vent ou abrité des vents dominants.	91	75	5,7	15,0	5,6	3,6	2802	3570	3570
IV	Pas d'arbres morts; défoliation faible ou absente; légère brûlure des extrémités des aiguilles du sommet de la couronne le plus souvent du côté des vents dominants.	44	36	5,7	3,8	2,8	2,1	2134	3743	3743
Contrôle	Aucun dommage.	7	6,1	6,0	2,4	2,1	2,0	-	-	-

a: Échantillonnage durant la période de croissance.
b: Durant la période de croissance de 1975, l'usine de phosphore n'était pas en opération.

Tiré de: Sidhu, S.S. and B.A. Roberts, nov.-déc. 1976. Progression of Fluoride Damage to Vegetation from 1973 to 1975 in the Vicinity of a Phosphorus Plant, Can. For. Ser. Bi-man. Res. Notes, 32: 30.

25 %. Par ailleurs, l'arrêt de la production de juin à novembre 1975 entraîna une baisse considérable des taux de fluorures contenus dans le feuillage du sapin baumier et dans l'humus (Sidhu et Roberts, 1976).

En 1976, le feuillage de toutes les espèces analysées montrait à nouveau des symptômes sévères d'intoxication jusqu'à une distance de 8 km, des symptômes modérés de 8 à 9 km, des symptômes de dommages légers de 9 à 12 km et aucun symptôme après 13 km (Sidhu, 1981).

En juillet 1977, les membres de la CPHA eurent recours aux services du docteur Linzon du ministère de l'Environnement de l'Ontario afin d'évaluer l'état de la végétation. Celui-ci constata que sur une distance de 5 km au nord-est de l'ERCO[1], plus de 80 % des épinettes noires et des sapins baumiers étaient morts suite aux émissions fluorées de l'usine (CPHA, 1978).

De 1976 à 1980, une étude de contrôle des fluorures atmosphériques fut effectuée dans le voisinage de l'usine de l'ERCO (figure 2). Le but de cette étude était de trouver des corrélations entre les concentrations de fluorures dans l'air ambiant et les concentrations de fluorures dans la végétation d'espèces boréales associées aux symptômes qu'elles y provoquent (Sidhu, 1981). Les travaux de Sidhu (1978, 1981) démontrent que les concentrations critiques de fluorures dans l'air ambiant entraînant l'apparition de symptômes dus aux fluorures sur le feuillage sont respectivement de 0,20 $\mu g/m^3$ pour les

[1]Cette zone correspond à la zone I de Sidhu et Roberts (1976) rapportée au tableau 4 et à la figure 2 du présent rapport.

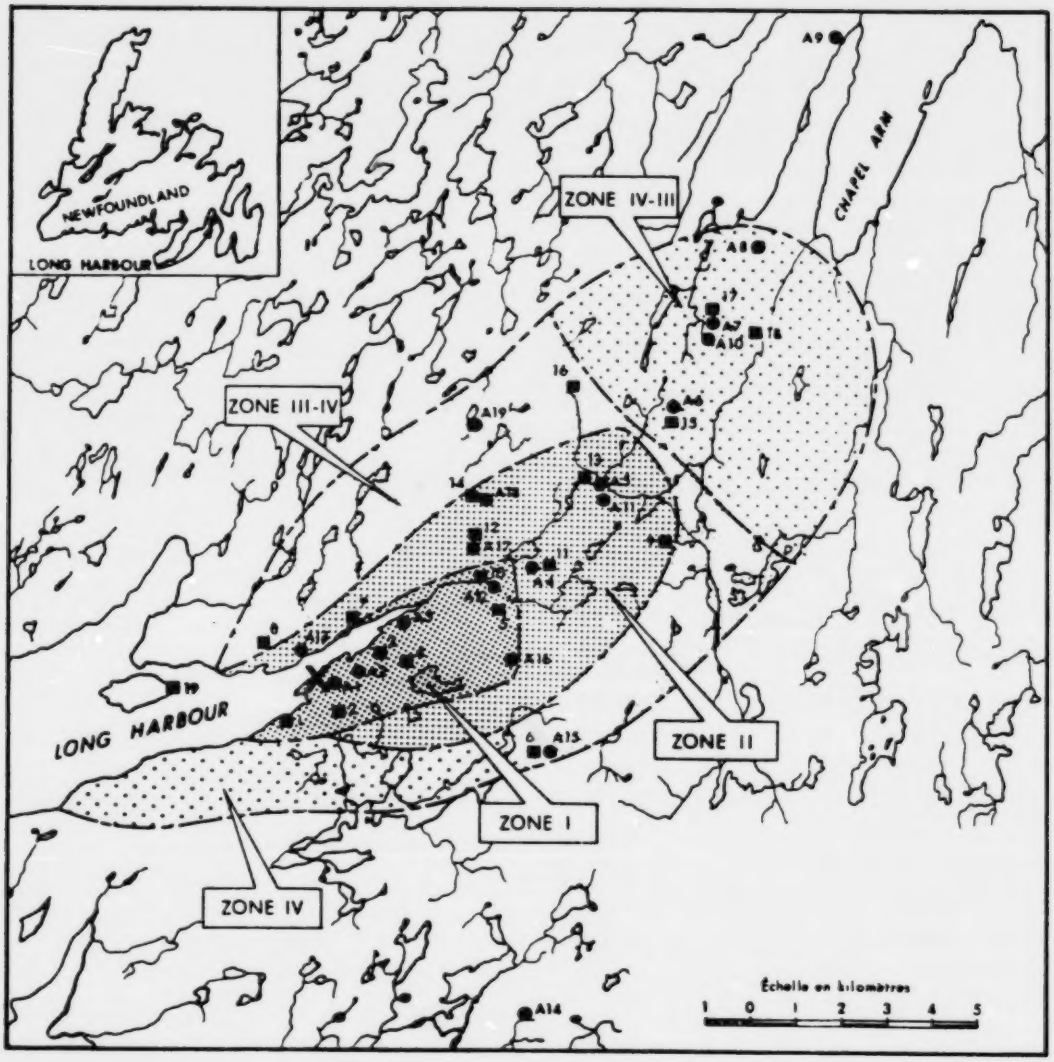

Figure 2. Carte montrant la localisation des quatre zones de dommages à la végétation à Long Harbour; les (●) indiquent les stations d'échantillonnage pour l'air et les (■), les stations pour la végétation. Le (X) marque l'emplacement de l'usine de phosphore (Sidhu, 1981).

conifères et de 0,40 µg/m^3 pour les espèces à feuilles décidues, et ce sur une période d'exposition de deux ans. Chez les conifères soumis à une exposition continue, l'accumulation de fluorures est maximale à la fin de la deuxième saison de croissance. Selon Sidhu (1978), le niveau de 0,20 µg/m^3 pour 70 jours et plus d'exposition aux fluorures est un niveau sécuritaire pour la végétation, du moins pour ce qui est des symptômes apparents chez celle-ci. Ce niveau entraîne une accumulation inférieure ou égale à 35 ppm F dans le feuillage pour une période d'exposition de deux ans. Le niveau de 0,20 µg/m^3/70 j, recommandé par Sidhu, (1978) est similaire à celui proposé par le gouvernement canadien dans ses objectifs sur la qualité de l'air.

Cependant, dans ses travaux plus récents, Sidhu (1981) ramène le niveau sécuritaire à un taux un peu plus élevé, soit 0,29 µg/m^3. En effet, pour une exposition de deux ans à une concentration atmosphérique moyenne de fluorures de 0,29 µg/m^3, il se produirait dans le feuillage une accumulation de 20 ppm. À cette concentration considérée comme sans danger pour les animaux qui le consomment, on n'a observé que très peu ou pas de symptômes visibles sur les conifères et les feuillus de la région de Long Harbour (Sidhu, 1981).

Par ailleurs, les évidences multiples de dommages à la végétation à proximité de l'usine de phosphore ont aussi incité le gouvernement terre-neuvien à examiner de façon particulière les concentrations en fluorures dans les fruits et le feuillage des espèces suivantes:

Framboisier	*Rubus idaeus* L.
Gadellier	*Ribes glandulosum* Grauer
Quatre-temps	*Cornus canadensis* L.
Bleuet	*Vaccinium angustifolium* Ait.
Petite poire de Bartram	*Amelanchier bartramiana* (Tausch) Roemer
Chicouté	*Rubus chamaemorus* L.
Airelle vigne d'Ida	*Vaccinium Vitis-idaea* L.
Camarine	*Empetrum nigrum* L.

Reprenant les mêmes zones de dommages (figure 2) élaborées lors des études sur la végétation forestière, Sidhu effectua en août-septembre 1974 une série de récoltes afin de mesurer les concentrations de fluorures dans les fruits (tableau 5). Ces concentrations dans les aires contaminées varient de 4,0 ppm F (zone IV) pour l'airelle vigne d'Ida, à 106,2 ppm F (zone I) pour le framboisier. Pour une même espèce, exemple le framboisier, la concentration en fluorures dépend de la distance à la source d'émissions (Sidhu, 1978).

L'ingestion de fruits récoltés hors des zones I et II (voir tableau 5), soit à plus de 10 km de l'ERCO, ne présente pas de danger pour la santé publique car ils n'excèdent pas la norme canadienne de 2 ppm (base humide) à l'exception des framboises de la zone III (CPHA, 1978).

De plus, une étude menée en 1977 par le ministère de l'Agriculture de Terre-Neuve révèle que les échantillons des parties souterraines des légumes (carottes, patates, navets et betteraves) cultivés sur place montrent des concentrations de fluorures in-

TABLEAU 5. CONCENTRATIONS DES FLUORURES (F^-) DANS LES FRUITS AU VOISINAGE DE L'USINE DE L'ERCO À LONG HARBOUR, AOÛT - SEPTEMBRE 1974.

Zone endommagée	Espèce	Concentrations en fluorures (ppm)	
		base sèche	base humide
I	Framboisier	106,2	13,6
	Gadellier	77,0	11,1
	Quatre-temps	75,7	9,9
II	Framboisier	39,4	5,2
	Gadellier	44,2	6,7
	Bleuet	19,6	2,4
	Petite poire	46,0	8,8
III	Framboisier	16,8	2,7
	Bleuet	9,6	1,2
	Chicouté	10,3	1,3
	Airelle vigne d'Ida	6,1	0,7
IV	Framboisier	7,8	1,3
	Gadellier	9,7	1,5
	Quatre-temps	13,6	2,0
	Bleuet	4,4	0,6
	Chicouté	6,0	0,7
	Airelle vigne d'Ida	4,0	0,5
	Camarine	6,5	0,7
Contrôle	Framboisier	4,3	0,5
	Gadellier	2,1	0,3
	Quatre-temps	11,7	1,3
	Bleuet	3,7	0,5
	Petite poire	3,8	0,8
	Chicouté	3,6	0,6
	Airelle vigne d'Ida	1,9	0,3
	Camarine	5,5	0,6

Tiré de: Sidhu, S.S., 1978. Fluoride in Berries from Fluoride Contaminated and Control Areas, Newfoundland Forest Research Center, St. John's, Newfoundland, rapport N - X - 164, p. 5 adapté.

férieures à 2 ppm F sur base humide, limite permise par le ministère de la Santé et Bien-être social du Canada. La consommation des légumes croissant dans la région ne présente donc pas de danger pour la santé publique (CPHA, 1978).

En outre, une étude relative aux effets des émissions de fluorures sur certaines espèces de mousses terrestres[1] (bryophytes) fut réalisée en 1974-1975 au voisinage de l'usine de l'ERCO (Roberts *et al.*, 1979). Dans la direction des vents dominants, la concentration des fluorures dans les tissus des mousses varie d'un maximum de 6 066 ppm F (base sèche) à 1 km au nord-est de la source d'émissions, à environ 300 ppm F vers 4 km au nord-est pour atteindre finalement 44 ppm F, 11,7 km au nord-est de la source d'émissions. Des échantillons témoins provenant de sites semblables mais très éloignés de l'usine contiennent une moyenne de 11,3 ppm F (base sèche).

La comparaison des concentrations de fluorures dans les mousses avec les concentrations contenues dans les aiguilles de sapin baumier, dans l'humus et dans l'air ambiant, a permis d'augmenter la superficie totale affectée par les émissions de fluorures grâce à l'emploi des mousses comme indicateurs de pollution, surtout aux endroits éloignés de l'usine. Ainsi, les concentrations de fluorures dans les mousses terrestres (bryophytes) sont en moyenne quatre fois supérieures aux concentrations de fluorures dans l'humus et ce, pour la même parcelle échantillon. Les mousses terrestres constituent donc un indicateur beaucoup plus sensible que l'humus (Roberts *et al.*, 1979).

---

[1] Surtout l'espèce *Polytrichum commune*.

Dans la même veine, une étude similaire à celle des mousses a porté sur les lichens de la région de Long Harbour (Roberts et Thompson, 1980). La concentration en fluorures varie de 2 830 ppm F (base sèche), 1 km au nord-est de l'ERCO à 15,5 ppm F, à 12 km au nord-est de l'usine dans la direction des vents dominants. Les échantillons témoins provenant de zones non polluées indiquent une moyenne de fluorures égale à 6,4 ppm F (base sèche). Les premiers symptômes d'intoxication aux fluorures (décoloration, perte de structure) se produisent à une concentration de 25 ppm F (base sèche). Dans la zone I, les lichens sont complètement endommagés par les fluorures (> 500 ppm F). Selon ces auteurs, les lichens du genre *Cladina* sont des indicateurs de pollution utiles, particulièrement dans les zones non perturbées. Les lichens présentent des concentrations deux fois plus grandes que celles rencontrées dans l'humus d'une même parcelle d'échantillon (Roberts et Thompson, 1980).

2.4.3 Faune

L'état inquiétant de la faune, particulièrement chez le lièvre, a été le détonateur des études d'impact environnementales portant sur la région de Long Harbour. Les lièvres, capturés en 1977 à 3 km au nord-est de l'usine de l'ERCO, montraient des niveaux de fluorures de 8 522 ppm et 8 595 ppm pour le fémur et le tibia respectivement. Sur les 48 lièvres trappés dans la région de Long Harbour, plus de 75 % présentaient des symptômes visibles de fluorose dentaire et, à des degrés divers, d'ostéofluorose. Ces pathologies sont reliées sans contredit à la consommation de végétaux contaminés par les émissions de l'ERCO (CPHA, 1978).

En ce qui concerne le bétail, il n'existe pas d'élevage commercial dans la région de Long Harbour. Toutefois, quelques familles élèvent des poules et d'autres animaux pour leur consommation personnelle. En 1977, un agneau broutant à environ 10 km de Long Harbour a subi une autopsie au laboratoire d'Agriculture Canada. Le rapport indique que l'animal avait un taux faible de fluorures dans ses tissus, ce qui écarte le diagnostic d'une fluorose. L'état lamentable de l'animal était plutôt dû à un parasite (*in* CPHA, 1978).

La CPHA (1978) s'est également penchée sur l'impact des fluorures vis-à-vis la vie aquatique. Il lui fut rapporté que l'hiver 1968 et le printemps 1969 avaient été marqués par une mortalité importante des poissons de la baie de Placentia. Cette période de mortalité correspond à l'ouverture de l'usine de phosphore élémentaire. L'agent responsable de cette hécatombe fut finalement trouvé en 1972. Il s'agissait des résidus de phosphore contenus dans les effluents de l'usine et non des fluorures. De plus, les concentrations de fluorures mesurées dans les lacs et les étangs de la région ($< 0,5$ ppm F) ne furent pas considérées préjudiciables aux populations de truites de ces plans d'eau (CPHA, 1978).

Finalement, la CPHA (1978) n'a pas trouvé dans la documentation disponible, des effets nuisibles concernant les fluorures contenus dans les effluents de l'ERCO sur la vie marine de la baie de Placentia.

2.4.4 Sol

Une étude sur le dépôt des fluorures dans la couche superficielle du sol fut effectuée dans la région

de Long Harbour par l'entremise des précipitations et de la litière (Sidhu, 1982).

La concentration en fluorures des précipitations, sous forme de pluie ou de neige, dans la région varie de 0,36 ppm F (1,4 km de l'usine) à 0,01 ppm F (18,7 km de l'usine). Pour la litière, la moyenne des concentrations de fluorures est de 930 ppm F pour la zone sévèrement atteinte par les émissions (zone I), et de 17 ppm F pour la zone faiblement touchée (zone IV). Les dépôts de fluorures dans l'humus via les précipitations sont au moins cinq fois plus grands que ceux provenant de la litière (Sidhu, 1982).

Sur la base d'un niveau de précipitations égal à 1 200 mm par année, Sidhu (1982) a estimé la quantité de fluorures qui se dépose sur le sol. Il trouve que la quantité annuelle varie de 7,01 à 0,037 kg F/ha de la zone I à la zone IV (voir fig. 2) et ce, pour la période allant de 1969 à 1977.

L'estimation des quantités totales et disponibles de fluorures dans les premiers quatre centimètres du sol sont respectivement de 57 à 1,20 kg/ha pour la zone de dommages sévères et de 1,20 à 0,24 kg/ha pour la zone de faibles dommages.

La concentration excessive de fluorures dans l'humus ne semble pas contribuer à l'accumulation de fluorures dans le feuillage des végétaux (Sidhu, 1982).

2.5 Recommandations de la "*Canadian Public Health Association*" (CPHA)

Pour conclure, nous retiendrons qu'en 1978, les membres de la CPHA firent le constat de dommages à la végétation occasionnés par les fluorures. Les teneurs étaient telles qu'elles étaient même responsables des difformités trouvées chez les herbivores de la région immédiate. Ils en vinrent donc à recommander de nombreuses améliorations techniques pour contrôler des fluorures atmosphériques de même que ceux au niveau des déchets et des effluents de l'usine; ils recommandèrent également un programme d'échantillonnage de la qualité de l'air et de l'eau en particulier pour les communautés humaines avoisinantes.

3. CAS DE KITIMAT (COLOMBIE BRITANNIQUE)

3.1 Historique

L'aluminerie de Kitimat, propriété de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan, est actuellement la seule aluminerie en Colombie britannique. Ouverte depuis 1954, sa capacité de production est présentement de 300 000 tonnes d'aluminium par année. Celle-ci s'avère être la deuxième plus importante aluminerie du monde occidental après celle de Jonquière (Arvida) au Québec.

L'usine est située près des côtes de l'océan Pacifique, à 700 km au nord de Vancouver (figure 3). Le climat de type modéré humide et maritime se caractérise par de fortes précipitations, particulièrement sous forme de neige (Litynski, 1984).

La population de Kitimat se chiffre à 12 800 habitants. Ceux-ci résident à environ 6 km au nord-est de l'usine, soit à

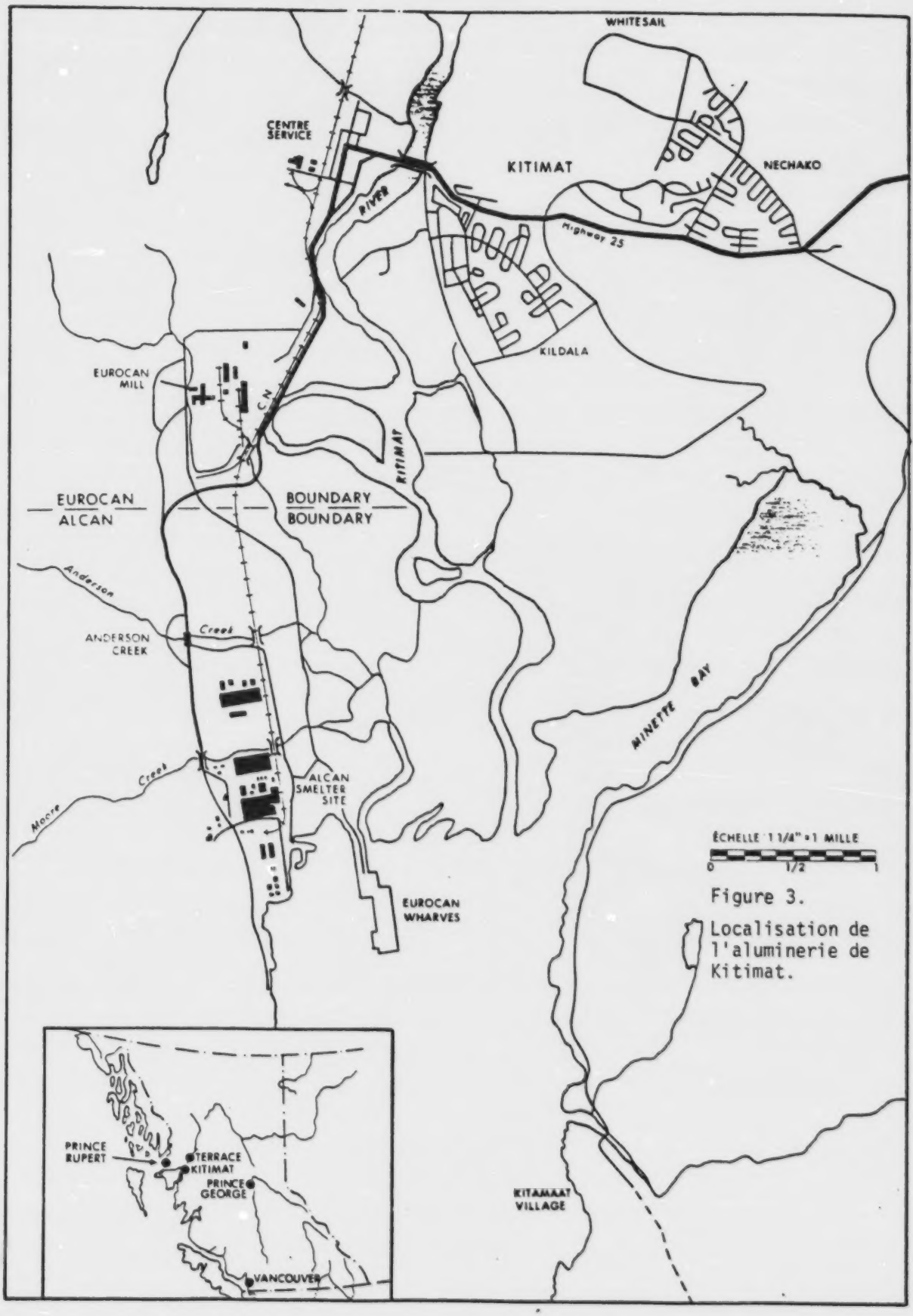

Figure 3.

Localisation de l'aluminerie de Kitimat.

l'extérieur du couloir des vents dominants provenant du nord et du sud. Outre l'aluminerie, principal employeur de la région, la ville compte également une usine de pâtes et papiers, l'Eurocan, établie en 1970.

C'est à la suite d'une controverse publique au sujet des émissions de l'aluminerie de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan à Kitimat, que le gouvernement de la Colombie britannique a mis sur pied un comité de surveillance en novembre 1976. Dénommé "*Alcan Surveillance Committee*", celui-ci s'est réuni 18 fois de novembre 1976 à mars 1979. Les buts de ce comité étaient centrés sur les émissions atmosphériques, à savoir:

- revue de toutes les données de contrôle et des rapports en relation avec les émissions dans l'air;
- revue des programmes de contrôle sur les émissions et leurs effets;
- revue des technologies de production en regard de la qualité de l'air;
- formulation de recommandations au Gouvernement.

L'"*Alcan Surveillance Committee*" était formé de cinq personnes représentant les gouvernements municipal et provincial, la Société d'électrolyse et de chimie Alcan et le syndicat de la "*Canadian Association of Smelter and Allied Workers*" (CASAW). À ce groupe, venaient se joindre, de façon ponctuelle, des spécialistes qui apportaient leurs expertises afin d'éclairer des aspects particuliers de la problématique. La tenue d'une audience publique permit aussi à la population de s'exprimer sur le dossier.

3.2 Production

La capacité de production de l'usine, 300 000 tonnes métriques d'aluminium par année, est assurée par 900 cuves d'élec-

trolyse, réparties sur six salles et demie. À Kitimat, le procédé de réduction de l'alumine calcinée en aluminium est connu sous le nom de procédé Hall-Héroult. Ce procédé s'avère encore, de nos jours, à la base de la métallurgie de l'aluminium et ce, au niveau mondial.

À l'intérieur du procédé Hall-Héroult, différents types de séries d'électrolyse sont utilisés par les alumineries. L'usine de Kitimat exploite le type "*Soderberg*" à goujons verticaux. Cette technologie tend aujourd'hui à être remplacée, dans les nouvelles alumineries, par des séries d'électrolyse de nouvelle génération beaucoup moins coûteuse à exploiter et produisant des émissions de fluorures en quantité plus faible. À cet effet, le 2 juin 1978, la Société d'électrolyse et de chimie Alcan annonçait un programme de modernisation des installations basé sur une série d'électrolyse de type "*Sumitomo*", mise au point par une firme japonaise. Ce programme permettra d'améliorer le rendement et les conditions de travail, de réduire les émissions de gaz et de particules dans l'environnement ainsi que de diminuer, de façon substantielle, les coûts énergétiques. La conversion des 900 cuves au type "*Sumitomo*" devrait être complétée autour des années 1985-1986. Les estimations de 1978 indiquaient des coûts de l'ordre de 60 millions de dollars.

Étant donné le secret entourant ce transfert de technologie, il est impossible de faire une description détaillée du type "*Sumitomo*". Cependant, les émissions de fluorures qui étaient de 5 kg F/t Al avant la mise en place de la nouvelle série d'électrolyse, devraient passer à 2,5 kg F/t Al. De plus, en fonction de l'habileté et de l'expérience du personnel oeuvrant autour des cuves, il sera possible d'abaisser encore davantage le niveau des émissions (Alcan Surveillance Committee, 1979).

3.3 Contrôle des émissions

Le type de série d'électrolyse utilisé à Kitimat génère principalement des émissions de monoxyde et de bioxyde de carbone, des fluorures d'hydrogène, des matières particulaires ainsi que des hydrocarbures. Les émissions sont produites tout au long du procédé. Il est à noter que lorsque la croûte de cryolithe est brisée pour permettre l'addition d'alumine, par exemple, des vapeurs importantes s'échappent des cuves. Moins les cuves sont ouvertes, plus les émissions sont canalisées à l'intérieur du système d'épuration. En cas de rupture ou lors de l'entretien du système de collecte des émissions gazeuses, les émissions sont rejetées à l'intérieur de la salle des cuves.

Lors de l'enquête de l'"*Alcan Surveillance Committee*", c'est-à-dire de 1970 à 1979, le taux d'émissions de fluorures permis était de 5 kg F/t Al[1].

À Kitimat, pour assurer l'épuration des fluorures, les salles de cuves sont ventilées de façon naturelle et/ou forcée. Dépendamment de la saison, les deux systèmes de ventilation sont en opération. En ce qui concerne les émissions recueillies directement des cuves électrolytiques, huit épurateurs à sec sont en marche. Les fluorures émis dans l'environnement proviennent de la ventilation des salles de cuves et des épurateurs à sec.

Les épurateurs à sec fonctionnent schématiquement de la façon suivante: une première opération permet de recueillir les fluorures gazeux par l'entremise de lits d'alumine, puis des filtres s'occupent des particules encore en présence. L'installation de ce système d'épuration débuta en 1973 pour être complété en 1976. L'efficacité d'un tel système pour capter

---

[1] Permis émis par le gouvernement de la Colombie britannique en octobre 1975.

les fluorures gazeux et particulaires est évaluée à 98 % (Singmaster et Breyer, 1973). Avant 1973, un système d'épurateurs humides assurait la purification des émissions. D'un rendement moindre pour l'élimination des particules, ce système offrait cependant sensiblement les mêmes performances pour les fluorures gazeux.

Le tableau 6 fournit les quantités de fluorures gazeux émises depuis 1955 et permet de suivre l'évolution des émissions de l'aluminerie de Kitimat.

TABLEAU 6. ÉMISSIONS DE FLUORURES GAZEUX À L'ALUMINERIE DE KITIMAT (1955-1977)

Durée	Nombre moyen de cuves en opération	Fluorures gazeux émis kg F/cuve jour	Fluorures gazeux émis par l'usine t F/jour
1955-59	505	9,1	5,0
1960-64	630	8,2	5,7
1965-69	830	7,3	6,6
1971-74*	868	6,4	6,1
1975-77	782	2,8	2,5

* 1970 exclue - L'usine fut fermée plusieurs mois à cause d'une grève

Tiré de: Environmental Effects of Emission from the Alcan Smelter at Kitimat, B.C. Report of the Alcan Surveillance Committee, Ministry of Environment, British Columbia, Avril 1979, p. 19 adapté.

Les données sur les fluorures gazeux émis journalièrement par une cuve d'électrolyse sont fort révélatrices de l'évolution des émissions car elles ne sont pas sujettes aux

influences extérieures comme les arrêts de travail ou les baisses de production. L'on remarque une décroissance des émissions depuis l'ouverture de l'usine en 1954, accentuée par une baisse drastique à partir de 1975.

Les données sur les fluorures gazeux émis quotidiennement par l'usine sont plus complexes à analyser, car elles dépendent du niveau de production de l'usine. Depuis 1954, l'aluminerie a vu trois fois sa production arrêtée. Un bris dans l'alimentation électrique en janvier 1957 interrompit la production pendant deux semaines. Durant l'été 1961, un éboulis paralysa pendant trois mois la production, puis en 1970, une grève de trois mois et demi fit de même. À noter également que les années 1975 et 1976 furent marquées par une faiblesse de la demande mondiale d'aluminium, faiblesse qui entraîna une baisse de 10 à 15 % de la production.

Cependant, la décroissance des émissions durant la période 1975-1977 est attribuée principalement à l'amélioration des pratiques d'opération ainsi qu'à un entretien plus adéquat du système de cueillette des gaz. L'installation des épurateurs à sec n'a pas eu d'influence sur l'émission des fluorures gazeux dans l'air (Alcan Surveillance Committee, 1979).

D'autre part, des données recueillies systématiquement au cours des années 1977-1978 ont permis d'établir que depuis l'instauration d'une norme d'émission de 5 kg F/t Al, l'amélioration fut immédiate alors que les émissions diminuèrent sous la barrière des 5 kg F/t Al en novembre 1977. Par la suite, cette norme fut dépassée durant deux mois seulement, soit en août et septembre 1978 (tableau 7).

3.4 Réglementation touchant l'usine

En vertu du "*Pollution Control Act*" du gouvernement de la Colombie britannique, l'aluminerie de Kitimat doit obtenir

TABLEAU 7. ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE FLUORURES TOTAUX PAP L'ALUMINERIE DE KITIMAT

1977	JANVIER	5,9	Kg F/t Al
	FÉVRIER	5,4	
	MARS	5,6	
	AVRIL	5,9	
	MAI	5,8	
	JUIN	6,3	
	JUILLET	6,5	
	AOÛT	6,8	
	SEPTEMBRE	5,7	
	OCTOBRE	5,1	
	NOVEMBRE	4,4	
	DÉCEMBRE	4,15	
1978	JANVIER	4,4	
	FÉVRIER	4,9	
	MARS	4,4	
	AVRIL	4,4	
	MAI	4,45	
	JUIN	4,35	
	JUILLET	4,95	
	AOÛT	5,7	
	SEPTEMBRE	5,15	
	OCTOBRE	4,6	
	NOVEMBRE	4,0	

-------: début du respect de la norme de 5 kg F/t Al.

Tiré de: Environmental Effects of Emission from the Alcan Smelter at Kitimat, B.C. Report of the Alcan Surveillance Committee, Ministry of Environment, B.C. Avril 1979 p. 41 adapté.

un permis régissant ses émissions atmosphériques. Le 10 octobre 1975, le permis fut accordé. Parmi les exigences du permis, certaines touchent plus particulièrement les fluorures:

- le remplacement des épurateurs humides par des épurateurs à sec pour le 31 juillet 1976.
- les émissions de fluorures totaux ne doivent pas dépasser 5 kg F/t Al pour le 31 décembre 1977. La norme de 2,5 kg F/t Al devra être respectée à une date à déterminer ultérieurement.
- en certains endroits de Kitimat, désignés par le Gouvernement, les taux de fluorures gazeux ne doivent pas excéder 1,0 $\mu g/m^3$ pour 1 an
  1,7 $\mu g/m^3$ pour 7 jours.

Par rapport aux quatre grands domaines de réglementation (air ambiant, émissions atmosphériques, effluent industriel et fourrage), la situation à Kitimat se résumait ainsi en 1975-1976. L'air ambiant est réglementé dans la région avoisinant l'aluminerie, les taux permis étant de 1,0 et 1,7 $\mu g/m^3$ sur une-période d'un an et sept jours respectivement. Précisons que le taux de 1,7 $\mu g/m^3$ pour sept jours s'avère trois fois plus élevé que celui proposé par le gouvernement canadien comme maximum acceptable (0,55 $\mu g/m^3$) et ce, pour la même période.

Du côté des émissions atmosphériques, la norme à respecter pour le 31 décembre 1977 est de 5 kg F/t Al. Cette norme s'applique sur les fluorures totaux tout comme celles des États-Unis et du Québec. En ce qui concerne les effluents industriels, l'aluminerie fonctionne en conformité avec les objectifs gouvernementaux sur la qualité des eaux dont le seuil est de 15 mg/l de fluorures depuis 1972.

Aucune norme provinciale ne régit le fourrage et la végétation forestière. L'absence de norme sur le fourrage s'explique sans doute par la localisation de l'aluminerie qui se situe en milieu forestier plutôt qu'en milieu agricole. De plus, on ne recense aucun élevage de bovins dans la région.

3.5 Impacts des émissions

L'aluminerie de Kitimat, comme ses semblables d'ailleurs, rejette dans l'environnement une série de substances de toxicité très variable. Les contaminants principaux sont: les fluorures gazeux (Fg), les fluorures particulaires (Fp), les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, l'alumine (Al_2O_3), le bioxyde de carbone (CO_2) et le bioxyde de soufre (SO_2) (Poisson, 1984). L'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979), après avoir examiné l'importance relative de chacun des contaminants, adopta la position suivante: seuls les fluorures, et possiblement le bioxyde de soufre et les matières particulaires, requièrent une attention particulière de la part du comité.

3.5.1 Santé publique

Les membres de l'"*Alcan Surveillance Committee*" se penchèrent, dans un premier temps, sur des études générales portant sur les effets des fluorures vis-à-vis la santé publique. Puis, ils étudièrent à la lumière de l'information disponible, l'état de santé de la population de Kitimat.

Les travaux de l'Organisation mondiale de la santé (1970), du "*National Academy of Sciences*" (1971) et des docteurs Hodge et Smith (1977) leur servirent de référence de base. Selon ces auteurs, les fluorures ont un effet très faible sur la santé des populations vivant près d'une source industrielle de fluorures.

Fort de cette information, l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) examina ensuite les données propres à la région de Kitimat. Ces données révélèrent que les taux maximums de fluorures dans l'air de la zone résidentielle pour les années 1975 à 1978 étaient 1000 fois plus bas que celui recommandé par l'OSHA (1971) pour l'air ambiant en milieu industriel (2500 $\mu g/m^3$). De plus, les taux de fluorures ne dépassaient pas les normes provinciales sur l'air ambiant (1,0 et 1,7 $\mu g/m^3$ pour un an et sept jours respectivement), normes jugées sécuritaires pour la santé publique.

D'autre part, l'analyse des aliments produits dans les potagers de la région en 1971, 1972 et 1976 montra, de façon générale, des taux de fluorures inférieurs à 2,0 ppm. La norme supérieure permise par la Direction des aliments et drogues du ministère de la Santé et Bien-être social du Canada pour les fruits et légumes étant de 2,0 ppm (base humide), aucun danger d'intoxication de la population par l'entremise des fruits et légumes cultivés sur place ne fut appréhendé (Alcan Surveillance Committee, 1979).

En l'absence d'études épidémiologiques portant spécifiquement sur la santé des résidants de Kitimat, l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) explora plusieurs possibilités d'effets des fluorures sur la santé avec le concours de nombreux experts. Par expérience, aucun de ces experts ne considéra les fluorures comme un danger pour les citoyens de Kitimat.

De plus, les conclusions de deux études canadiennes[1]

---

[1] - CPHA, 1978, Task Force on Fluoride, Long Harbour.

- The Report of the Canadian Government Agencies to the International Air Pollution Advisory Board Concerning the Transboundary Flow of Fluoride Emissions Near Massena, New York and Cornwall, Ontario, 1977.

portant sur des cas d'émissions industrielles de fluorures, l'un à Long Harbour, l'autre à Saint-Régis furent considérées. Toutes deux sont d'ailleurs examinées plus en détail dans le présent rapport. Ces deux études conclurent que le danger pour la santé publique était négligeable, et ce malgré des taux de fluorures dans l'air ambiant supérieurs à ceux rencontrés dans le secteur résidentiel de Kitimat (Alcan Surveillance Committee, 1979).

3.5.2 Végétation

La richesse et la variété des études traitant de la végétation forestière croissant à proximité de l'aluminerie incitèrent l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) à approfondir ce domaine.

Le premier rapport étudié fut celui du docteur Gordon, réalisé pour le compte de la "*Canadian Association of Smelter and Allied Workers*" (CASAW) en octobre 1976. Le docteur Gordon recueillit des échantillons d'espèces végétales les 8 et 9 septembre 1976. L'Alcan Surveillance Committee (1979) retint du rapport Gordon les informations suivantes:

- les niveaux de fluorures les plus élevés dans la végétation ont été retrouvés approximativement à 3,2 km au nord de l'aluminerie;
- les niveaux de fluorures chez la pruche (*Tsuga canadensis*) sont constamment plus élevés dans les vieilles aiguilles;
- les niveaux maximums de fluorures pour la pruche furent de 594 ppm F en 1974, 339 ppm F en 1975 et 214 ppm F en 1976, niveaux enregistrés à 3,2 km au nord de l'aluminerie;

- à 32 km au nord de l'aluminerie, la pruche contenait entre 186 ppm F (1974) et 77 ppm F (1976) de fluorures;
- dans la zone résidentielle, les pruches contiennent de 3 à 12 ppm F de fluorures;
- les arbustes et arbres à feuilles décidues montrent constamment des taux de fluorures plus élevés que chez la pruche. Un saule situé à 1,6 km au nord de l'aluminerie contient 565 ppm F de fluorures.

Le point le plus litigieux du rapport Gordon provient de l'interprétation que celui-ci fait d'une bande de forêt morte, de 1,6 km de large par 30 km de long au nord de l'aluminerie. Pour certains, il appert que cette bande fut le site d'une épidémie d'insectes dans les années 1960-1961. Or, pour le docteur Gordon et le Service forestier de la Colombie britannique, une relation étroite existe entre l'ampleur des dommages causés par les insectes et les émissions de fluorures. Le docteur Gordon affirme que les fluorures ont affaibli la résistance des végétaux à une attaque des insectes et sont, de ce fait, les premiers responsables de la déforestation. Pour leur part, la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ainsi que le Service canadien des forêts attribuaient la déforestation à la seule action des insectes.

Les membres de l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) portèrent également leur attention sur une étude interne de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan. Réalisée par le docteur Weinstein du "*Boyce Thompson Institute*", celle-ci traite de la végétation forestière de la région pendant les années 1971, 1974, 1976 et 1977.

En 1971, le docteur Weinstein affirma que les fluorures avaient eu et continuaient d'avoir un impact sur la végétation de la région de Kitimat. Des symptômes d'intoxication furent notés sur les jeunes arbres, les arbustes et les plantes herbacées localisés au nord, au sud et à l'ouest de l'aluminerie. Lors de l'enquête de 1974, le docteur Weinstein constata les dommages les plus sévères au nord de l'aluminerie. La végétation était aussi en plus mauvais état qu'en 1971 (Alcan Surveillance Committee, 1979).

L'inspection des conifères en 1976 montra une nette amélioration par rapport aux visites effectuées en 1971 et 1974. Ces améliorations étaient sans doute dues à la réduction des émissions de l'aluminerie. Cependant, les analyses d'échantillons indiquaient encore des taux élevés de fluorures dans la végétation au nord de l'usine (Alcan Surveillance Committee, 1979).

En 1977, une dernière visite sur le terrain fut effectuée. La compilation des données recueillies depuis 1971 par la Société d'électrolyse et de chimie Alcan (tableaux 8 et 9) permit au docteur Weinstein (*in* Alcan Surveillance Committee, 1979) d'affirmer que les accumulations de fluorures dans le feuillage étaient les plus grandes dans un rayon de 3,2 km autour de l'usine.

L'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) se pencha ensuite sur un rapport remis en 1976 par la firme de consultants "*Reid, Collins and Associates*", à la Société d'électrolyse et de chimie Alcan. Celle-ci effectua une revue exhaustive de la littérature relative aux effets de fluorures sur la forêt de la région et sa croissance.

TABLEAU 8. MOYENNE ANNUELLE DE FLUORURES DANS LA VÉGÉTATION ARBORESCENTE DE LA RÉGION DE KITIMAT: 1971 - 1976*

ANNÉE	MOYENNE (ppm F)	ÉCART TYPE
1971	181,9	31,9
1972	201,7	45,0
1973	226,9	23,8
1974	201,3	46,2
1975	99,1	21,4
1976	53,0	8,6

* La moyenne est pour toutes les espèces peu importe la localisation de l'échantillon.

TABLEAU 9. MOYENNE DES CONCENTRATIONS DES FLUORURES SELON L'ESPÈCE ARBORESCENTE DE LA RÉGION DE KITIMAT: 1971 - 1976

ESPÈCES	MOYENNE (ppm F)	ÉCART TYPE
cèdre	164,6	16,5
pruche	141,9	11,0
épinette	123,5	18,6
aulne	320,4	89,3
sapin	115,8	15,1
saule	1940,0	422,3

Les tableaux 8 et 9 sont tirés de: Environmental Effects of Emissions from the Alcan Smelter at Kitimat, B.C. Alcan Surveillance Committee, 1979 p. 68

Depuis 1954, les mesures du taux de fluorures dans le feuillage sont erratiques mais, de façon générale, il ressort que les taux furent modérés durant la période 1954-1959, plus élevés mais constants durant la période 1960-1970, en légère diminution durant les années 1971-1974 et finalement, en réduction substantielle en 1975, réduction attribuée aux améliorations des pratiques d'opération.

En raison du nombre de variables affectant les taux de fluorures dans le feuillage (espèce, météorologie... la firme n'a pu établir de relation mathématique entre les taux de fluorures dans le feuillage et les changements du taux de croissance. Cependant, elle est arrivée à déterminer le retard dans le volume de croissance des arbres. Ce retard a été évalué à 28 % pour un terrain de 1 840 hectares à proximité de l'aluminerie, et à 19 % pour un autre terrain de 5 120 hectares, localisé également près de l'aluminerie. La valeur monétaire de ces retards était de 90 000 $ pour une période de croissance de 22 ans (Reid, Collins and Associates *in* Alcan Surveillance Committee, 1979).

Par ailleurs, en se basant sur un taux supérieur ou égale à 200 ppm F de fluorures dans le feuillage, la firme de consultants a pu délimiter la zone la plus fortement affectée. Cette zone s'étendait de 8 km au sud de l'aluminerie à 19 km au nord.

En résumé, les principales conclusions du rapport des consultants Reid, Collins and Associates (*in* Alcan Surveillance Committee, 1979) sont les suivantes:

- les émissions de l'aluminerie ont affecté la croissance de la forêt sur une superficie

s'étendant de 8 km au sud à 19 km au nord. Aucune relation mathématique n'a pu être établie entre les fluorures et le taux de croissance.

- la recolonisation naturelle de la forêt a été plus que satisfaisante.

En outre, l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) rencontra le Service forestier de la Colombie britannique. Les responsables de ce service affirmèrent que les émissions de fluorures avaient causé un ralentissement de la croissance ainsi que des dommages à la forêt entourant Kitimat. Cependant, ces dommages se rencontraient sur les forêts matures et reflétaient sans doute une situation antérieure. Ils suggéraient de mener des études sur les jeunes peuplements pour cerner davantage le problème afin de savoir si leur croissance n'était pas aussi affectée (Alcan Surveillance Committee, 1979).

Des représentants de la compagnie de pâtes et papiers Eurocan furent également interrogés par les membres de l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979). Les informations fournies par l'Eurocan révélèrent qu'un plus grand nombre de cimes mortes se rencontrait sur le versant ouest, exposé aux vents dominants, que sur le versant est de la vallée. De plus, une partie des dommages aux arbres était récente et ne résultait donc pas de l'invasion d'insectes qui s'était produite durant la période de 1960 à 1969. Pour vérifier cette dernière assertion, une nouvelle vérification fut effectuée en septembre 1978. Celle-ci n'a pas démontré une augmentation significative du taux de mortalité

chez deux peuplements affectés par les émissions par rapport à deux peuplements situés à l'extérieur de la zone d'émissions. Cependant, le secteur le plus fortement touché par les émissions n'a pu être comparé car une coupe à blanc y avait été réalisée. Le problème resta en suspens, ces intervenants ayant décidé de poursuivre les études pour éclaircir davantage la situation (Alcan Surveillance Committee, 1979).

À la lumière des informations qui lui furent présentées, l'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) constata que le taux de fluorures dans la végétation était élevé. Toutefois, une réduction importante a été remarquée depuis 1975 à la suite d'une baisse des émissions. Une zone, située approximativement à 1,6 km au nord de l'aluminerie et peuplée de conifères et d'arbres à feuilles décidues, montre des lésions relativement sévères causées par les fluorures. Entre 1,6 km et 16 km au nord de l'aluminerie, de légères lésions sont détectées et confirmées par les analyses portant sur les fluorures. Quant à la mortalité des arbres, des indications préliminaires laissent voir qu'elle n'est pas plus importante dans la zone affectée par les émissions que dans la zone non affectée. Seuls des travaux d'analyses à l'aide de quadrats permanents devraient permettre de conclure sur ce point (Alcan Surveillance Committee, 1979).

3.5.3 Faune

Le mode d'absorption le plus courant des fluorures par les animaux est l'ingestion de plantes contaminées. Les cas les plus connus traitent des effets sur les vaches laitières (Suttie, 1977). Comme il

n'y a pas d'élevage de vaches ni de moutons dans la région de Kitimat, l'absence de ces cheptels rend l'analyse fort délicate. Toutefois des analyses des taux de fluorures contenus dans les graminées de Kitimat en 1969, 1971 et 1972 ont démontré que leur consommation par d'éventuels troupeaux serait impropre (plus de 80 ppm F pour 1 mois) dans deux secteurs de la ville. Ces secteurs sont situés à environ 5 km au nord-est de l'aluminerie (Alcan Surveillance Committee, 1979).

Des discussions avec le "*Fish & Wildlife Branch*" de la Colombie britannique ont permis une certaine évaluation des impacts des fluorures sur la faune indigène. Étant donné que les ongulés (orignal, cerf) sont des herbivores, ils ingèrent de fortes quantités de fluorures par l'entremise des plantes de la région de Kitimat. Cependant, les fonctionnaires rencontrés ont mentionné que le faible nombre d'individus dans la région minimisait l'importance du problème (*in* Alcan Surveillance Committee, 1979).

D'après ces mêmes fonctionnaires, les autres espèces de mammifères de la faune indigène (ours, castor, loutre...) consomment peu de végétaux et ne sont donc guère sujet à une absorption massive de fluorures provenant des végétaux contaminés. Cependant, une martre capturée à 3,2 km au nord de l'aluminerie contenait dans ses os un niveau excessif de fluorures. Le tableau 10 donne les résultats de la campagne de trappage réalisée par le "*Fish & Wildlife Branch*" de la Colombie britannique. Par comparaison, une étude, réalisée au Montana dans une région exempte d'émissions industrielles de fluorures, indique que les os de dix carnivores contenaient des

niveaux de fluorures de l'ordre de 364 à 475 ppm F alors que 163 herbivores présentaient des taux de 103 à 266 ppm F (Kay *et al.*, 1975 *in* Alcan Surveillance Committee, 1979).

TABLEAU 10. TAUX DE FLUORURES DANS LES SQUELETTES DE LA FAUNE CAPTURÉE EN 1978 DANS LA RÉGION DE KITIMAT

ANIMAL (pattes)	DATE DE CAPTURE	TAUX DE FLUORURES (ppm)
martre	30 janv.	2 345
martre	31 janv.	2 385
martre	11 fév.	8 190
castor	4 fév.	540
castor	avril	2 570
renard	1 fév.	850
orignal	?	830

Tiré de: Alcan Surveillance Committee, 1979. Environmen Effects of Emissions from the Alcan Smelter a Kitimat, B.C. appendice D.2 p. 137. Modifié.

L'"*Alcan Surveillance Committee*" (1979) ne possédait pas assez d'information pour se permettre d'en arriver à des conclusions précises. Cependant, en vertu des taux élevés de fluorures contenus dans la végétation forestière et herbacée, il est possible que certaines espèces de mammifères indigènes aient été affectées. D'autres études furent demandées (Alcan Surveillance Committee, 1979).

3.6 Recommandations de l'"*Alcan Surveillance Committee*"

Pour les membres de l'"*Alcan Surveillance Committee*", il est clairement établi que les alumineries peuvent créer de sérieux problèmes à l'environnement. Pour pallier à ces problèmes, l'"*Alcan Surveillance Committee*" a produit 20 recommandations. De ce nombre, huit concernent particulièrement les fluorures:

- étant donné l'impact primordial joué par les fluorures gazeux (Fg) contrairement aux fluorures particulaires (Fp) dans la région de Kitimat, étant donné également que les normes régissant les émissions se réfèrent généralement aux fluorures gazeux, il est recommandé que les émissions permises de fluorures soient calculées en termes de fluorures gazeux (Fg) plutôt qu'en terme de fluorures totaux (gazeux + particulaires);

- la réduction des émissions fournit une réponse adéquate pour atteindre un seuil de sécurité. Les émissions de fluorures gazeux devront être réduites de 2 550 kg Fg/jour à 1 820 kg Fg/jour et ce, pour une moyenne mensuelle à partir du 31 décembre 1984, conformément à l'adoption de la technologie Sumitomo. Ce plafond devra être appliqué même si il y a une augmentation de la production. Ce plafond pourra être reconsidéré si une autre source de fluorures est identifiée dans la région;

- si la technologie Sumitomo est pleinement utilisée, les émissions de fluorures gazeux provenant des nettoyeurs à sec et des salles de cuves devront être réduites de 3,65 kg Fg/t Al (actuel) à un seuil de 1,9 kg Fg/t Al au 31 décembre 1984;

- une réévaluation des informations et des méthodes de monitoring devra être exécutée par le "*Pollution Control Branch*" du gouvernement de la Colombie britannique;

- le terrain de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan est exclu de l'application des normes sur l'air ambiant étant donné qu'il est impossible que cette propriété soit exempte de retombées des émissions, et ce malgré une réduction de celles-ci;

- le taux de fluorures dans l'air ambiant pour la zone résidentielle de Kitimat, à l'est de la rivière Kitimat, doit être de 1,0 $\mu g/m^3$ (moyenne sur plus de 7 jours);

- le taux de fluorures dans l'air ambiant pour toute la région, à l'exclusion de la zone résidentielle et de la propriété de la Société d'électrolyse et de chimie Alcan, doit être de 2,0 $\mu g/m^3$ (moyenne sur plus de 7 jours) à partir du 31 décembre 1984;

- la surveillance des fluorures particulaires dans les salles de cuves doit se poursuivre afin de conserver le même rapport fluorures gazeux - fluorures particulaires, qui est présentement de 70: 30.

4. CAS DE SAINT-RÉGIS (FRONTIÈRE CANADO-AMÉRICAINE)

4.1 Historique

1903 - Ouverture d'une aluminerie de l'Alcoa à Massena, New York, 13 km à l'ouest de l'île de Cornwall, Ontario.

1959 - Ouverture d'une aluminerie de la Reynolds Metals à Massena, 1,6 km au sud-ouest de l'île de Cornwall.

1962 - Les éleveurs de Saint-Régis signalent les premiers signes d'intoxication de leurs vaches par les fluorures.

1965 - Les employés de la Reynolds rapportent des dommages aux vitres de leurs voitures stationnées près de l'usine.

1968 - Des éleveurs reçoivent des compensations financières pour le bétail perdu.

1972 - Début des études de monitoring sur la végétation de l'île de Cornwall par le ministère de l'Environnement de l'Ontario.

1973 - Amélioration dans les équipements de contrôle et dans les procédures d'exploitation chez la Reynolds.

1975 - Les vétérinaires d'Agriculture Canada trouvent des taux de fluorures dans l'urine des bestiaux de l'île de Cornwall approchant des concentrations anormales.

1977 - La Commission conjointe internationale reçoit des mémoires de la part du Conseil de bande de Saint-Régis, du *"National Indian Brotherhood"*, des gouvernements provincial et fédéral canadien, des États américains et de la compagnie Reynolds.

1977 - 1980 Séries d'études effectuées par différents groupes de chercheurs.

Avril 1980 - Début d'une étude menée par le *"Environmental Sciences Laboratory, Mount Sinai School of Medecine of the City University of New York"*, sur l'évaluation de l'exposition des résidants de la réserve de Saint-Régis aux fluorures, au méthylmercure, au Mirex et aux BPC.

Février 1983 - Remise du rapport Selikoff du *"Environmental Sciences Laboratory"*.

La communauté Mohawk Akwesasne vit dans la réserve amérindienne de Saint-Régis. Celle-ci est localisée le long du fleuve Saint-Laurent, à la confluence des rivières Saint-Régis et Raquette. D'une superficie de 8 800 hectares, la réserve comprend plus de 60 îles dont la plus importante est l'île de Cornwall. Le climat est de type modéré, assez humide et continental, similaire à celui que l'on retrouve dans la région de Montréal (Litynski, 1984). L'île de Cornwall est plus de 50 % du temps sous les vents dominants en provenance du sud-ouest.

La position géographique de la réserve en fait une entité politique unique au Canada. En effet, la réserve est située sur le territoire de l'Ontario, du Québec et de l'État de New York.

La population amérindienne est de 6 000 âmes, 1 500 vivant sur l'île de Cornwall, Ontario, 2 500 vivant dans la province de Québec et 2 500 dans l'État de New York.

4.2 Production

Dans la région de Saint-Régis, on retrouve trois sources potentielles d'émissions de fluorures industrielles: les alumineries de l'Alcoa et de la Reynolds ainsi qu'une usine de fertilisants phosphatés.

L'Aluminium Company of America (Alcoa) s'est établie en 1903 à Massena, État de New York, à environ 13 km à l'ouest de l'île de Cornwall. L'usine a graduellement augmenté sa production pour atteindre 200 000 tonnes d'aluminium par année.

En 1959, la Reynolds Metal Company a construit une aluminerie dans le même secteur, cette fois à 1,6 km au sud-ouest de l'île de Cornwall. Sa production est actuellement estimée à 125 000 tonnes d'aluminium par année. L'aluminerie de la Reynolds a dégagé dans l'atmosphère, de 1959 à 1968, 139 kg de fluorures par heure. De 1968 à 1973, le taux d'émissions est passé à 51 kg de fluorures par heure. À partir de 1973, des améliorations dans les équipements de contrôle et dans les procédures d'exploitation ont permis de ramener le taux d'émissions de fluorures à 34 kg par heure[1] (Selikoff, 1983).

Une troisième source de fluorures a été identifiée au nord de la réserve; il s'agit d'une usine d'engrais phosphatés.

[1] Actuellement pour l'aluminerie de l'Alcoa, les émissions de fluorures gazeux sont de 31 kg par heure, pour un total de 744 kg de fluorures gazeux par 24 heures d'après les informations fournies par l'aluminerie au gouvernement de l'État de New York (Selikoff, 1983).

située dans la ville de Cornwall, Ontario. Toutefois, depuis 1975, l'utilisation d'une nouvelle technologie permet d'éliminer ce site comme source d'émissions de fluorures atmosphériques. De plus, la direction des vents dominants élimine pratiquement tous les risques pour la population de Saint-Régis à partir de cette source industrielle (Selikoff, 1983).

En ce qui concerne la législation touchant les usines, la situation des deux alumineries est quelque peu particulière. En effet, les usines sont situées aux États-Unis, dans l'État de New York, et de ce fait, sont régies par les normes de cet État. Cependant, leurs émissions affectent une partie du territoire canadien. Le principal point de litige provient d'un écart assez important entre les normes de l'État de New York, les normes de la province de l'Ontario et les objectifs du gouvernement canadien sur l'air ambiant.

Pour l'air ambiant, les normes et/ou objectifs des trois gouvernements sont les suivants:

État de New York (normes)

3,7 $\mu g/m^3$ pour 12 h (Fg)
2,85 $\mu g/m^3$ pour 24 h (Fg)
1,65 $\mu g/m^3$ pour 7 j (Fg)
0,8 $\mu g/m^3$ pour 1 m. (Fg)

Ontario (normes)

0,85 $\mu g/m^3$ pour 24 h du 15 avril au 15 octobre (Fg)
0,34 $\mu g/m^3$ pour 1 m. du 15 avril au 15 octobre (Fg)
3,44 $\mu g/m^3$ pour 24 h du 16 octobre au 15 avril (Ft)
1,38 $\mu g/m^3$ pour 1 m. du 16 octobre au 15 avril (Ft)

Canada (objectifs)

0,85 $\mu g/m^3$ pour 24 h (Fg)
0,55 $\mu g/m^3$ pour 7 j (Fg)
0,35 $\mu g/m^3$ pour 1 m. (Fg)
0,20 $\mu g/m^3$ pour 70 j (Fg)

maximum acceptable

0,40 µg/m^3 pour 24 h (Fg)
0,20 µg/m^3 pour 7 j (Fg) maximum souhaitable

Afin de mesurer les taux de fluorures dans l'air ambiant, le Service de protection de l'environnement d'Environnement Canada établit en 1976 deux stations d'échantillonnages sur l'île de Cornwall: la station A est située à 4 km au nord - nord-est de l'aluminerie de la Reynolds et la station B, à 8 km au nord-est. En 1981, une troisième station est venue s'ajouter à 3 km au nord - nord-ouest de l'aluminerie.

De 1976 à 1983, des mesures effectuées durant la période de croissance des végétaux (15 avril - 15 octobre) permirent de calculer le pourcentage de dépassements des différentes normes. Le tableau 11 fournit les résultats de ces mesures échelonnées sur huit ans. Les normes américaines furent toujours respectées sauf en de très rares occasions en 1976. Pour l'Ontario, les normes connurent des dépassements fréquents jusqu'en 1983 (sauf 1982), particulièrement la norme touchant les fluorures gazeux sur une période de 30 jours (0,34 µg/m^3). Comme les objectifs canadiens sont les plus sévères, ceux-ci furent marqués par des dépassement plus nombreux. Par exemple, l'objectif canadien pour 70 jours n'a jamais été respecté sauf pour la station C à partir de 1982.

Mise à part l'utilisation d'une nouvelle technologie d'échantillonnage par le Service de protection de l'environnement, il est possible que des conditions météorologiques particulières aient été responsables de la baisse drastique du niveau de fluorures dans l'air ambiant en 1982 et par le fait même, des pourcentages moindres de dépassement (Bumbaco *et al.*, 1983).

TABLEAU 11. POURCENTAGE DE DÉPASSEMENT DES NORMES ET/OU OBJECTIFS DE FLUORURES DANS L'AIR AMBIANT DE L'ÎLE DE CORNWALL DURANT LA PÉRIODE DE VÉGÉTATION (15 AVRIL - 15 OCTOBRE) POUR LES ANNÉES 1976 À 1983

GOUVERNEMENTS	DURÉE/NATURE DU FLUOR *	CONCENTRATIONS PERMISES	% DE DÉPASSEMENT DES NORMES OU OBJECTIFS																			
			1976		1977		1978		1979		1980		1981			1982**			1983			
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
NEW YORK (normes)	24 h / Fg	2,99	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5 jr / Fg	1,73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	30 jr / Fg	0,84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ONTARIO (normes)	24 h / Fg	0,82	9,3	6,0	3,3	2,8	6,8	0,6	4,6	2,9	1,2	7,8	11,0	9,9	1,8	0,6	0,6	0	5,8	3,3	0	
	24 h / Fg	1,63	9,0	2,0	14,0	5,1	2,5	0	1,7	1,2	1,2	0,7	1,2	1,2	0,9	0,6	0	0	2,9	0	0	
	30 jr / Fg	0,32	72,1	27,6	37,4	29,0	51,9	26,0	57,1	44,8	23,4	69,5	67,5	92,9	35,1	0	0	0	49,4	22,1	0	
	30 jr / Fg	0,66	55,2	0	54,8	47,7	32,5	0	0	0,6	0	20,1	24,7	33,1	0	0	0	0	15,6	0	0	
CANADA (objectifs)	24 h / Fg	0,85	9,0	6,0	3,3	2,8	6,8	1,0	4,0	2,3	0,6	5,7	18,0	8,6	1,8	0,6	0,6	0	5,8	2,2	0	
	7 jr / Fg	0,55	9,9	2,9	9,1	3,4	10,3	0	8,0	6,2	0,6	25,5	21,7	25,4	4,3	0	0	0	5,6	4,0	0	
	30 jr / Fg	0,35	66,2	13,2	32,9	22,6	34,4	2,6	53,9	42,9	17,5	59,7	61,0	82,5	16,6	0	0	0	27,3	19,5	0	
	70 jr / Fg	0,20	100	100	73,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	4,4	19,3	0	91,2	90,4	0	

* Equivalence pour HF à une température de 25°C et une pression de 760 mm HG. Explique la légère différence entre les concentrations permises et les valeurs mentionnées dans les réglementations.

** Utilisation d'une nouvelle technologie d'échantillonnage.

Tiré de: Bumbaco *et al.*, janvier 1983, Ambiant air levels of fluoride at Cornwall Island, Ontario April 15 - October 15, Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, 1982, page 18.

De plus, une étude similaire portant sur les taux de fluorures dans l'air ambiant de l'île de Cornwall durant l'hiver 1982-1983 a été réalisée. Sur les trois stations d'échantillonnage en fonctionnement, seule la station A (4 km NNE) a excédé les objectifs canadiens respectivement pour 24 heures et 70 jours d'exposition. Les deux autres stations, plus éloignées, n'ont dépassé aucune norme tant canadienne qu'ontarienne ou newyorkaise (Bumbaco et Rigden, 1983).

En ce qui concerne les émissions atmosphériques, la norme proposée par l'État de New York à ses deux alumineries est de 2,5 kg F/t Al et ce, depuis 1979. Comme l'Ontario ne possède pas d'aluminerie sur son territoire, elle n'a pas de réglementation touchant ce domaine.

Du côté des effluents industriels, les alumineries de la Reynolds et de l'Alcoa doivent respecter les normes fédérales américaines qui sont les suivantes:

- en juillet 1977
  - . moyenne journalière = 1,0 kg F/t Al
  - . maximum journalier = 2,0 kg F/t Al

- et pour juillet 1984
  - . moyenne journalière = 0,05 kg F/t Al
  - . maximum journalier = 0,1 kg F/t Al

Aucune norme ontarienne ne réglemente les rejets de fluorures en provenance des effluents industriels.

Finalement, le domaine du fourrage est réglementé par les deux gouvernements concernés (New York, Ontario). Les taux en vigueur dans l'État de New York sont les suivants:

- 40 ppm F pour la saison de croissance de la végétation
- 60 ppm F pour une moyenne sur 60 jours
- 80 ppm F pour une moyenne sur 30 jours.

..

La norme de l'Ontario est de 35 ppm F pour un échantillon recueilli en tout temps de l'année. Cette norme s'avère plus restrictive car elle s'applique non pas sur une moyenne mais bien plutôt sur un seul échantillon.

4.3 Impacts des émissions

Les émissions de fluorures qui affectent la région de Saint-Régis proviennent presque exclusivement des deux alumineries. Cependant, la proximité de la Reynolds à 1,6 km de l'île de Cornwall, ainsi que la direction des vents dominants, font que la Reynolds contribue de façon beaucoup plus significative à la contamination environnementale que l'Alcoa, distante de 13 km (Selikoff, 1983).

Depuis 1959, date d'entrée en service de l'aluminerie de la Reynolds, des évidences de contamination de l'environnement résultant des émissions de l'aluminerie ont été rapportées à l'intérieur de la réserve de Saint-Régis. Intoxication du bétail, dommages aux vitres des voitures stationnées près de l'usine, taux élevés de fluorures dans l'air ambiant et dans le fourrage ainsi que dans le feuillage des érables du Manitoba... sont autant d'informations qui justifient l'appréhension de la population locale vis-à-vis l'impact des émissions fluorées sur la santé publique et l'environnement.

Deux enquêtes furent menées afin d'éclaircir les impacts des émissions de fluorures. La première, le rapport Selikoff (1983), porta surtout sur la santé publique. Réalisée à partir d'une population fortement exposée aux fluorures, en particulier depuis 1959, cette étude épidémiologique devait permettre d'évaluer les impacts des fluorures industriels chez l'homme.

La deuxième enquête consista en une série d'études présentée par le gouvernement ontarien à la Commisssion mixte internationale lors d'audiences publiques tenues en 1977. Cette commission[1] avait pour but d'examiner les problèmes transfrontaliers résultant des fluorures émis par les alumineries de l'État de New York et retombant en territoire canadien. Ces études portèrent sur la végétation, la faune et l'environnement en général[1].

4.3.1 Santé publique

Suite aux évidences de contamination de l'environnement (intoxication du bétail, dommages aux vitres des voitures stationnées près de l'usine, taux élevés de fluorures dans l'air ambiant...), le Conseil de bande de Saint-Régis demanda la réalisation d'une étude épidémiologique au gouvernement canadien. En avril 1980, le ministère de la Santé et Bien-être social du Canada acquiesça à la requête et mandata l'"*Environmental Sciences Laboratory of the Mount Sinal School of Medicine of the City University of New York*", sous la direction du docteur Selikoff, pour évaluer l'état de santé de la population de Saint-Régis, en relation avec les émissions de la Reynolds à Massena. L'étude devait porter sur les effets de diverses substances: fluorures, méthylmercure, Mirex, BPC.

L'équipe chargée de réaliser l'étude épidémiologique était formée de scientifiques oeuvrant dans le domaine médical. Ceux-ci travaillèrent en étroite collaboration avec les universités de McGill, d'Ottawa et de New York, de même qu'avec le personnel du mi-

[1] Le rapport de cette commission ne nous est pas accessible contrairement à la plupart des études spécifiques portées à notre attention.

nistère de la Santé et Bien-être social du Canada, le Conseil de bande de Saint-Régis, les hôpitaux de la région et une série d'autres consultants.

Les résultats de cette étude, publiés en 1983, constituent les données épidémiologiques les plus récentes concernant les impacts des fluorures industriels sur la santé de l'homme. C'est pourquoi les principales données de l'étude Selikoff seront attentivement examinées.

À Saint-Régis, Selikoff (1983) chercha d'abord à déterminer à quelle catégorie (aiguë ou chronique) d'intoxications la population était soumise. Il appert qu'aucun signe d'intoxication aiguë, c'est-à-dire l'apparition brusque et une évolution rapide entraînant de graves troubles physiologiques, ne fut rapporté chez les résidants. Par contre, l'exposition prolongée aux émissions de la Reynolds, par ingestion d'aliments contaminés ou par inhalation des polluants atmosphériques, pourrait entraîner une intoxication dite chronique. En effet, l'exposition répétée aux fluorures sur une période de 18 à 22 ans chez les adultes participant à l'enquête médicale pourrait constituer un cas d'intoxication chronique si on démontrait des effets adverses sur la santé.

L'information existante dans la littérature scientifique, au sujet des effets chroniques des fluorures sur la santé, provient de trois sources principales:

- les études sur les travailleurs exposés aux fluorures;

- les recherches sur les populations consommant une eau fortement fluorurée naturellement;
- les études sur des populations vivant près de sources industrielles de fluorures.

La revue de la littérature effectuée par Selikoff (1983) a permis d'identifier six grandes catégories potentielles d'effets chroniques des fluorures sur la santé humaine:

- fluorose osseuse (*skeletal fluorosis*)
- anomalie neurologique (*neurological abnormalities*)
- anomalie respiratoire (*respiratory abnormalities*)
- anomalie hématologique (*hematological abnormalities*)
- effet mutagène (*mutagenesis*)
- préfluorose osseuse (*pre-skeletal fluorosis*).

En ce qui concerne la préfluorose osseuse, les données parues à ce jour sont peu satisfaisantes et guère concluantes (Selikoff, 1983). Pour ce qui est des autres catégories, les effets peuvent survenir en général chez des travailleurs exposés à des niveaux très élevés de fluorures et chez des populations consommant une eau fortement fluorurée. Selikoff (1983) rapporta également l'existence de deux recherches tendant à confirmer certains effets sur des populations vivant près des alumineries: Tahizawa (1973 *in* Selikoff, 1983) nota des changements dans la fonction pulmonaire chez une population exposée aux émissions des alumineries alors que Yukio (1975 *in* Selikoff, 1983) mentionna une augmentation de la fibrose pulmonaire.

Après cette revue de la littérature, l'étape suivante pour l'équipe Selikoff devait consister à ef-

fectuer un examen clinique de la population exposée de la réserve de Saint-Régis afin d'y détecter et de mesurer des symptômes d'intoxication aux fluorures.

Sur la base d'évidence de contaminations environnementales chez les végétaux et le bétail, la région à l'étude fut divisée en trois zones: exposition forte, moyenne et faible (figure 4). La zone de forte exposition comprenait toute l'île de Cornwall et Raquette Point (1 à 10 km de l'aluminerie sous les vents dominants). La population de la zone de faible exposition, généralement hors du couloir des vents dominants, était située à environ 12 à 16 km de l'aluminerie; elle servit de groupe témoin (figure 4).

Sur les 1 368 adultes résidant dans les zones de forte et faible expositions, 47 % (637) ont participé à une ou plusieurs phases de l'étude. De ces 637 participants, 37 % (165) des hommes et 2 % (11) des femmes avaient déjà travaillé soit à la Reynolds, soit à l'Alcoa, ou encore à l'usine d'engrais phosphatés dans des conditions d'exposition variables (élevée à faible) aux fluorures.

L'examen clinique comprenait d'abord un questionnaire retraçant l'historique socio-médical du patient. Ensuite, une batterie d'examens médicaux furent effectués. Une attention particulière fut apportée aux anomalies physiologiques se rapportant aux fluorures. Des tests de laboratoire portant sur la biochimie du sang, les taux de fluorures dans le sérum sanguin, dans l'urine... furent réalisés. De plus, les caractéristiques démographiques: âge, sexe, nature de l'emploi, exposition en milieu de travail, furent compilées. Finalement, des radiographies du système osseux et du thorax ainsi qu'un examen dentaire complétèrent l'examen.

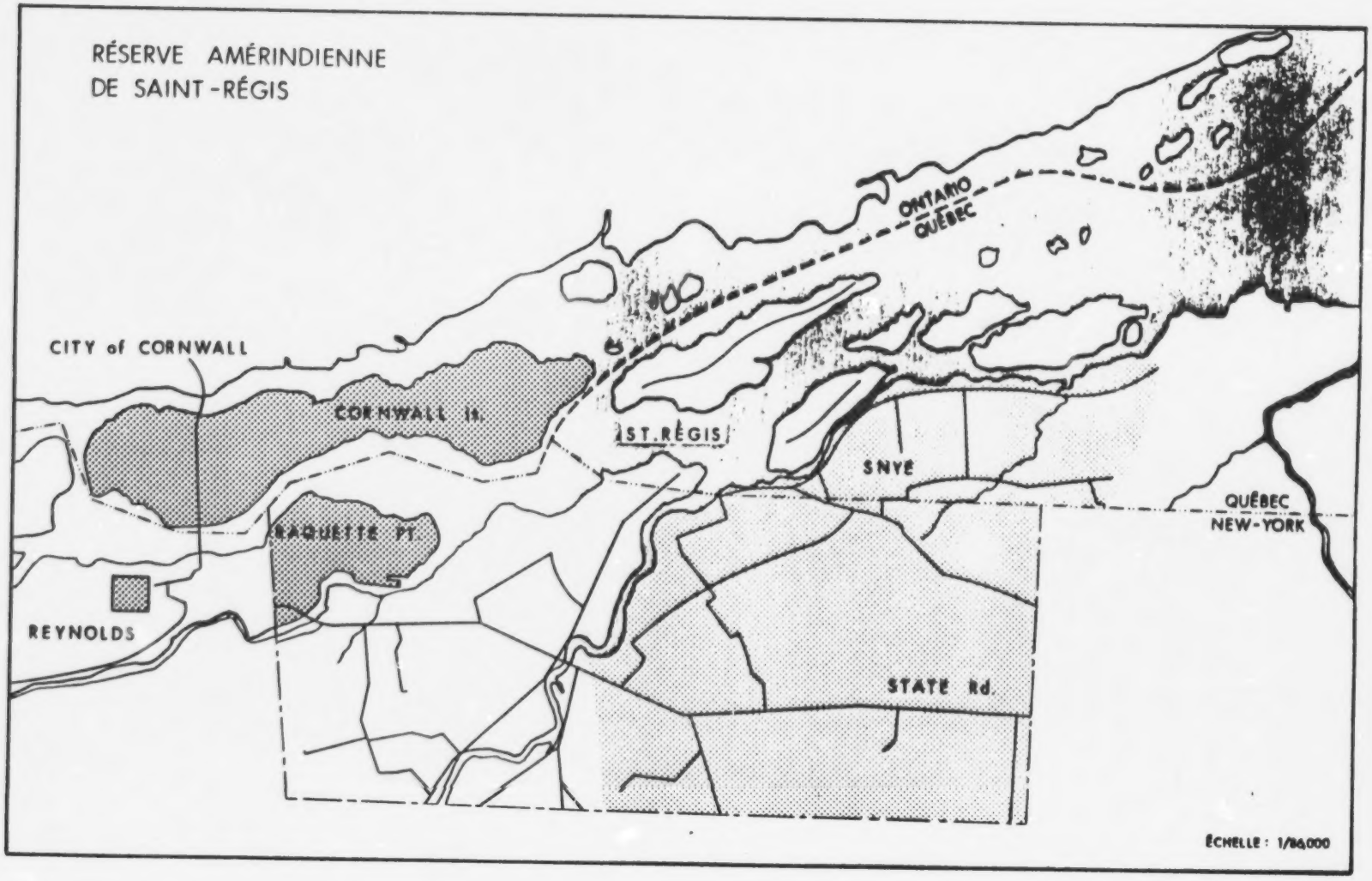

Figure 4. Localisation des zones de forte, moyenne et faible expositions à Saint-Régis

L'étude médicale du groupe Selikoff (1983) a tout d'abord permis de dresser un bilan de l'état de santé général de la population de Saint-Régis. À l'exception du diabète et d'une détérioration du métabolisme du glucose, aucune prévalence[1] élevée de cas de maladies ne fut mise en évidence pour l'ensemble de la population (Selikoff, 1983).

Un examen de la fonction pulmonaire fut réalisé sur les non-fumeurs n'ayant jamais travaillé dans les alumineries ni dans l'usine de fertilisants phosphatés. Les chercheurs notèrent une légère différence par rapport à un groupe de non-fumeurs américains (d'origine caucasienne) vivant en milieu rural. D'après eux, des différences anthropomorphiques entre les deux groupes peuvent expliquer cette légère variation plutôt que l'impact des fluorures (Selikoff, 1983).

De plus, l'examen de la composition chimique du sang et des données hématologiques n'ont indiqué aucune prévalence d'anomalies chez la population Mohawk étudiée (Selikoff, 1983).

Les niveaux de fluorures dans l'urine furent aussi mesurés lors des tests cliniques. Pour la réserve de Saint-Régis, la moyenne générale de fluorures dans l'urine était de 0,74 ppm F[2], selon une amplitude allant de 0,08 à 8,95 ppm F. Cette moyenne était inférieure à celle rencontrée chez une population consommant de l'eau fluorurée à un taux normal de 1,0 ppm F et ce, malgré la présence à Saint-Régis de gens fortement exposés aux fluorures dans leur milieu de travail (Selikoff, 1983).

---

[1] Prévalence: nombre de cas de maladies enregistré dans une population déterminée, et englobant aussi bien les cas nouveaux que les cas canadiens.

[2] La concentration normale de fluorures dans l'urine est 1 - 2 ppm F (OMS, 1970).

En outre, l'examen du taux de fluorures ioniques (F^-) dans le sérum sanguin chez les adultes de la réserve de Saint-Régis donna une moyenne générale de 25,6 ± 0,32 ppb F. Les hommes ayant été exposés au cours de leur travail avaient un taux plus élevé pouvant atteindre 90,1 ppb F. Les chercheurs de l'équipe Selikoff (1983) constatèrent finalement que la valeur moyenne de fluorures ioniques (F^-) dans le sérum sanguin des résidants de Saint-Régis était similaire à celle rapportée dans des études examinant des populations non exposées à des émissions industrielles de fluorures.

L'étude dentaire découle de deux recherches distinctes. La première, menée par le docteur Rebich en 1983, porta sur 520 jeunes Amérindiens vivant sur la réserve et sur 248 jeunes non-Amérindiens vivant dans une région adjacente. Voici les résultats obtenus:

> 22 % des jeunes Amérindiens avaient des taches sur les dents
>
> 5,2 % des jeunes non-Amérindiens avaient des taches sur les dents.

Selon Rebich *et al.* (*in* Selikoff, 1983), cette pigmentation de l'émail des dents n'est pas typique de la fluorose dentaire. C'est plutôt l'emploi de l'antibiotique tétracycline[1] chez les jeunes Amérindiens qui serait responsable de cette pigmentation.

La deuxième recherche, dirigée par le docteur Moss, porta sur 347 enfants ayant vécu sur la réserve durant les années 1961-1971. On y conclut que l'état de leur dentition n'était pas différent de celui que l'on retrouve chez une communauté urbaine consommant une eau fluorurée à 1 ppm F. Le degré de

[1] La tétracycline est un antibiotique utilisé pour combattre la tuberculose et les infections pulmonaires.

fluorose dentaire observé chez les jeunes de l'île de Cornwall serait équivalent à celui trouvé dans les communautés consommant de l'eau fluorurée à 0,66 ppm F[1] (*in* Selikoff, 1983).

À la suite des résultats de l'enquête clinique résumée précédemment, Selikoff (1983) poussa l'analyse en fonction de trois paramètres d'exposition aux fluorures, soit:

- lieu de résidence
- régime alimentaire (consommation de légumes locaux)
- milieu de travail.

Le premier but de cette analyse était de rechercher les relations existant entre les paramètres d'exposition (lieu de résidence, régime alimentaire, milieu de travail) et les niveaux de fluorures dans l'urine et le sérum sanguin. Le second but consistait à évaluer la relation entre ces mêmes paramètres d'exposition et les symptômes de maladies ou d'anomalies.

À la lumière de cette analyse, Selikoff (1983) en vint aux résultats et aux conclusions qui suivent.

Les taux de fluorures contenus dans les urines et le sérum sanguin des résidants de la réserve sont positivement reliés au lieu de résidence (zone de fortes émissions) et à une grande consommation de légumes locaux, cette dernière exerçant la plus grande influence.

Toutefois, aucun des symptômes rapportés dans la littérature médicale au sujet des travailleurs exposés

[1] La concentration de fluorures dans l'eau potable de Saint-Régis est égale à 0,2 ppm F.

aux fluorures ainsi que chez des gens consommant une eau fortement fluorurée n'est associé de façon convaincante, pour la population étudiée de Saint-Régis, tant au lieu de résidence, au régime alimentaire qu'au milieu de travail (Selikoff, 1983).

Par ailleurs, certaines données suggèrent que des cas individuels de maladies ainsi que des diagnostics médicaux peuvent être reliés aux paramètres d'exposition aux fluorures. Cependant, ces relations n'ont pu être confirmées statistiquement ou ont tout simplement été réfutées par d'autres analyses (Selikoff, 1983).

En définitive, deux aspects pourraient possiblement être reliés aux fluorures; il s'agit de problèmes d'articulations et de ligaments de même que de modifications biochimiques de l'organisme. En effet, l'enquête auprès des hôpitaux de la région suggère que les résidants de Raquette Point et Cornwall Island ont été hospitalisés plus souvent pour des problèmes d'articulations et de ligaments que les gens des autres secteurs de la réserve (Selikoff, 1983).

Du côté de la biochimie de l'organisme, certaines modifications inventoriées sont associées aux paramètres d'exposition. Toutefois, la signification clinique de ces changements demeure inconnue. Étant donné l'absence de relation clairement démontrée entre des maladies et l'exposition aux fluorures parmi les participants de l'enquête, aucune influence majeure de ces modifications biochimiques sur l'état de santé ne peut être inférée (Selikoff, 1983).

Finalement, les conclusions d'ensemble de Selikoff (1983) sont qu'aucun indice de maladies chez la population amérindienne de Saint-Régis n'a été trouvé ni associé de façon sûre aux émissions de fluorures en provenance de la Reynolds. La possibilité de désordres biologiques, résultant de l'exposition aux fluorures et pouvant se produire dans une ou deux générations, ne peut être complètement exclue. Toutefois, l'absence de symptômes chez les vieux ouvriers exposés aux fluorures suggère que cette possibilité est fort improbable. Par précaution, il conviendrait selon Selikoff (1983) de continuer à suivre les individus qui ont un taux de fluorures élevé dans le sang.

Une conclusion particulière du rapport Selikoff (1983) nous semble sujette à caution. En effet, l'affirmation selon laquelle le taux de mortalité infantile dans la région de Saint-Régis et Raquette Point aurait augmenté depuis 1959 n'est pas appuyée de façon formelle par les données. Les chercheurs affirment plutôt:

> *"The results are suggestive but because of the small numbers involved they are very difficult to interpret and are also too small for meaningful test of statistical significance"*[1].

4.3.2 Végétation

Entre 1969 et 1981, plusieurs enquêtes furent menées dans le but de mesurer les impacts des émissions de fluorures sur la végétation de la réserve de Saint-Régis.

---

[1] Tiré de Selikoff, I.J., 1983, Environmental Contaminants and the Health of the People of the St. Regis Reserve, tome 1, page 286.

Ainsi, en 1969, le ministère de l'Environnement de l'Ontario nota de sévères dommages aux feuillages de pin blanc et du cerisier de Virginie dans la partie sud de l'île de Cornwall, soit à moins de 1,5 km de la Reynolds. Des inspections effectuées en 1970 et 1971 révélèrent une situation similaire. En 1973 et 1974, les chercheurs du Ministère notèrent une amélioration de l'état des pins blancs situés dans la partie sud de l'île. Pour l'année 1975, ils remarquèrent une hausse dramatique des dommages causés à la végétation; les taux élevés de fluorures mesurés furent associés à une diminution des précipitations durant la période de croissance des végétaux (Ontario Ministry of the Environment, 1977).

La section de phytotoxicologie du ministère de l'Environnement de l'Ontario porta aussi son attention sur l'érable du Manitoba. En 1976, les taux les plus élevés de fluorures dans cet érable se rencontraient au nord-est et au nord - nord-est de la Reynolds dans un rayon de 3 km. Les observations effectuées en 1976 et 1977 révélèrent que les taux de fluorures chutaient rapidement à partir d'une zone comprise entre 1,5 et 3,1 km au nord-est de l'usine. En résumé, les chercheurs du Ministère notèrent une baisse du taux de fluorures contenus dans l'érable du Manitoba en fonction de la distance à la source d'émissions (*in* Selikoff, 1983).

De plus, des recherches similaires menées simultanément sur le glaïeul, plante très sensible aux fluorures, permirent de démontrer une diminution du pourcentage des feuilles endommagées en fonction de la distance à la source, particulièrment au delà de 2 km au nord-est de la Reynolds. À partir de 1975,

on observa une nette diminution du pourcentage de feuilles de glaïeul endommagées dans la région de Saint-Régis (Selikoff, 1983).

En juillet et août 1979, des tests sur les fruits et les légumes récoltés sur l'île de Cornwall furent effectués par la section de phytotoxicologie du ministère de l'Environnement de l'Ontario. Onze stations d'échantillonnages permirent la cueillette des données. Les feuilles des légumes (épinard, laitue) contenaient entre 0,5 et 2,5 ppm de fluorures. Ces taux étaient supérieurs à ceux observés dans les fruits de la région, généralement inférieurs à 0,3 ppm F. Il y a toutefois lieu de souligner une exception: les racines de radis recueillies à 2,1 km au nord-est de la Reynolds contenaient 3,1 ppm F. Un échantillonnage insuffisant ne permit toutefois pas d'établir une relation entre les taux de fluorures enregistrés et la distance à la source d'émissions (*in* Selikoff, 1983).

Devant l'insuffisance des données, une étude complémentaire fut donc menée au printemps et au début de l'été 1981 sur les potagers de l'île par la "*St. Regis Environmental Division*"; les échantillons furent analysés par les laboratoires du ministère de la Santé et Bien être du Canada (tableau 12). La comparaison des données entre les légumes récoltés à Saint-Régis et les légumes non contaminés fournit des évidences d'une contamination environnementale liée aux fluorures (*in* Selikoff, 1983). Une différence importante existe entre la concentration mentionnée au tableau 12 pour le radis (7,07 ppm F) et les données du ministère de l'Environnement de l'Ontario (3,1 ppm F). Cette différence n'a pas été expliquée par les chercheurs.

TABLEAU 12. TAUX DE FLUORURES DANS LES LÉGUMES DE LA RÉSERVE DE SAINT-RÉGIS PAR RAPPORT À DES LÉGUMES NON CONTAMINÉS

LÉGUMES	PROVENANT DE LA RÉSERVE MOYENNE (ppm F)[1]	NON CONTAMINÉS[2] (ppm F)
fèves	2,36	0,64
chou	11,96	9,34
carotte	15,54	8,4
radis (base humide)	7,07	0,8
maïs	1,54	0,7
oignons (base humide)	4,76	0,6
navet	45,17	2,6
courge	2,44	0,63
raisins (base humide)	1,80	0,16
pommes de terre	10,34	22,0
laitue	32,50	11,3
feuilles de betteraves	20,22	3,80

[1]Toutes les données sont exprimées en base sèche à moins d'indication contraire.

[2]Les données sur les légumes non contaminés proviennent de: World Health Organisation 1970, "*Fluorides and Human Health*", chapter 2 "*The supply of fluorine to man*". Monograph Series, no 59.

Tiré de: Selikoff, I.J., 1983, Environmental Contaminants and the Health of the People of the St. Regis Reserve, volume 1, page 12.

La section de phytotoxicologie du ministère de l'Environnement de l'Ontario mesura aussi les fluorures contenus dans le fourrage pour la période allant de 1969 à 1981. Les échantillons furent prélevés en juin, juillet et août de chaque année. Les chercheurs notèrent une baisse des fluorures très significative entre les années 1971-1972, et une baisse plus régulière de 1972 à 1979 malgré de légères remontées en 1975 et 1977. En 1980 et 1981, on assista à une légère remontée des moyennes de fluorures contenus dans le fourrage. En fonction de la distance à la source d'émissions, les données sur le fourrage révèlent que les taux de fluorures chutent rapidement entre 1,5 et 3,1 km au nord-est de l'aluminerie (tableau 13) (Ontario Ministry of Environment, 1982).

La norme ontarienne étant de 35 ppm F, il est facile de constater que dans un rayon de 1,5 km au nord-est de l'usine, le fourrage fut toujours impropre à la consommation par le bétail. Toutefois, depuis 1976, un secteur sécuritaire existe à partir de 3,1 km au nord-est de l'usine (tableau 13). Pour les secteurs situés au nord et au nord - nord-est, la norme est respectée à partir de 1976 et ce, même pour une distance de 1,7 km de l'usine.

4.3.3 Faune

Les informations disponibles à Saint-Régis concernant la faune portent sur les vaches laitières. En 1959, 364 vaches réparties sur 39 fermes composaient le cheptel de l'île. Les premiers signes d'une intoxication aux fluorures apparurent entre 1962 et 1964.

TABLEAU 13. MOYENNE (JUIN - JUILLET - AOÛT) DES FLUORURES CONTENUS DANS LES ÉCHANTILLONS DE FOURRAGE DE L'ÎLE DE CORNWALL: 1969 - 1981

DESCRIPTION	DISTANCE ET DIRECTION	MOYENNE DES FLUORURES (ppm sur base sèche)												
		1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
zone en friche	1,5 km NE	456	597	361	137	128	192	-	-	88	72	43	43	71
pâturage	2,0 km NE	-	-	-	66	71	76	116	51	95	37	16	23	29
zone en friche/pré à foin	3,1 km NE	-	-	-	-	-	-	-	32	30	20	9	18	37
pâturage	4,1 km NE	-	64	79	56	54	29	71	21	23	14	11	13	25
pré à foin	5,7 km NE	-	-	-	-	-	-	-	13	11	9	9	7	21
pré à foin	6,8 km NE	-	-	-	11	14	13	21	11	13	9	8	7	15
zone en friche	2,0 km NNE	-	-	-	-	-	-	-	-	19	15	8	11	22
pâturage	1,7 km N	-	-	-	11	36	26	72	6	19	8	10	11	15
pâturage	2,5 km N	11	18	14	7	-	28	38	7	14	6	5	8	17

Tiré de: Ontario Ministry of the Environment, 1982. Investigation of Fluoride Effect on Vegetation in the Vicinity of the Reynolds Metals Company Massena, New York - 1981. Phytotoxicology Section, Air Resources.

Les vaches devinrent faibles et développèrent des enflures ("*swelling*") aux jointures des membres inférieurs (Krook et Maylin, 1979 *in* Selikoff, 1983).

À partir de l'année 1971, la majorité des éleveurs modifièrent leur élevage de vaches laitières pour des élevages de boeufs de boucherie. En novembre 1977, on ne dénombrait plus que 177 têtes de bétail de boucherie, réparties sur neuf fermes (1 ferme avec 1 animal).

Une inspection de 36 têtes de bétail, effectuée par des vétérinaires d'Agriculture Canada en 1976 dans plusieurs fermes de l'île de Cornwall, mit en évidence 25 cas réels ou potentiels de fluorose chronique. Le diagnostic était basé sur la présence de lésions au niveau de la dentition, de tests d'urine et de sang ainsi que sur l'examen des os (Agriculture Canada, 1976).

Par ailleurs, les travaux de Krook et Maylin de l'École de médecine vétérinaire de l'Université Cornell, réalisés en juin 1977 et en octobre 1978 sur les bovins de l'île, révélèrent des cas de fluorose dentaire, d'accumulation de fluor dans les os, d'ostéosclérose et d'ostéonécrose ainsi que des malformations osseuses. Les concentrations retrouvées étaient indirectement proportionnelles à la distance de la source d'émissions (Krook et Maylin, 1979).

Selon les docteurs Crissman *et al.* (1980), le niveau dit sécuritaire de 40 ppm de fluorures contenus dans le fourrage ne le serait pas. En effet, sur la ferme Durant située à 2 km au sud-est de l'alumine-rie de la Reynolds, Crissman *et al.* (1980) enregis-

trèrent en juin 1979 des taux de 14,9 à 25,2 ppm de fluorures dans le fourrage, ce qui n'a pas empêché l'intoxication du bétail. À leur avis, le calcul basé sur des conditions expérimentales et échelonné sur une période de temps assez courte explique la faiblesse de la norme de 40 ppm F pour la protection du bétail. De son côté, la Société d'électrolyse et de chimie Alcan réfute cette hypothèse. Selon celle-ci, l'étude de Crissman *et al.* (1980) n'aurait pas tenu compte des teneurs en fluorures dans les suppléments minéraux ajoutés à la moulée qui peuvent représenter, dans certains cas, un apport de fluorures plus important que ceux contenus dans le fourrage contaminé. De plus, les animaux examinés aurait consommé du fourrage atteignant jusqu'à 100 ppm de fluorures. Pour la société Alcan, la norme de 40 ppm F dans le fourrage est sécuritaire (*in litteris* Tessier, Environnement Alcan, 1984).

4.3.4 Sol

Un rapport, réalisé en 1981, indique que les émissions de la Reynolds n'ont pas causé une augmentation de la teneur en fluorures dans la couche superficielle du sol au cours de la décennie soixante-dix. La valeur moyenne de la concentration de fluorures dans le sol pour un rayon de 1,4 km au nord-est de la Reynolds, durant la période 1970-1980, est de 450 ppm F (Emerson et Pearson, 1981).

CONCLUSION

Pour les quatre dossiers industriels canadiens présentés, l'on réalise que les émissions de fluorures furent excessives pendant une durée prolongée. Ces excès furent tels que la plupart des rapports gouverne-

mentaux ont révélé des dommages à l'environnement. Certaines études scientifiques arrivèrent aussi à mesurer et à démontrer différents impacts. Toutefois, d'autres rapports ou affirmations en provenance des compagnies visées tendaient aussi à prouver le contraire ou à invalider plusieurs conclusions. Pour sa part, le public exigea la tenue de Commissions d'enquête indépendante. Or, dans tous les cas, les rapports des Commissions ont permis à la situation d'évoluer pour le mieux tant au point de vue normatif, que technologique, éducationnel et environnemental.

Les quatre dossiers industriels examinés s'avéraient les principales sources de fluorures dans chacune des provinces canadiennes concernées: Terre-Neuve, Ontario et Colombie britannique. Pour sa part, le Québec récèle à lui seul plus de huit de ces industries émettrices de fluorures en très grandes quantités dont quatre dans la seule région du Saguenay Lac Saint-Jean. Et pourtant, encore aucune Commission d'enquête n'a été formée. Il y eut bien sûr quelques rapports sectoriels mais la situation d'ensemble au Québec ou même pour chacune des industries n'a jamais fait l'objet d'un débat en profondeur. La spécialisation du Québec comme producteur d'aluminium exigerait certes un peu plus d'attention en ce qui concerne les divers impacts environnementaux à commencer par ceux reliés aux fluorures industriels.

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

Alcan Surveillance Committee, 1979. Environmental Effects of Emissions from the Alcan Smelter at Kitimat, B.C. Ministry of Environment, Province of British Columbia, 151 p.

Agriculture Canada, 1976. Cattle Fluorosis - Cornwall Island - Investigation Carried Out in 1976. Health of Animals Branch, prepared by O.W. Kelton.

BEST, 1980. Fluorures. Environnement Québec, BEST - 21, 38 p.

Bumbaco, M.J. and I.D. Rigden, 1983. Ambiant Air Levels of Fluorides at Cornwall Island, Ontario, October, 1982 - October 1983. Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, 124 p.

Bumbaco, M.J., J.H. Shelton and I.D. Rigden, 1983. Ambiant Air Levels of Fluorides at Cornwall Island, Ontario, April 15 - October 15, 1982. Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada 82 p.

Canadian Public Health Association (CPHA), 1978. Final report, Task Force on Fluoride, Long Harbour, Newfoundland. 147 p.

Crissman, J.W., G.A. Maylin and L. Krook, 1980. New York State and U.S. Federal Fluoride Pollution Standards do not Protect Cattle Health. Cornell Veterinarian, vol. 70: no. 2: 183-192.

Emerson, R.N. and R.G. Pearson, 1981. Investigation of Fluoride Effects on Vegetation and Soil in the Vicinity of the Reynolds Metal Company (RMC) Massena, New York 1980. Phytotoxicology Section, Ministry of the Environment, Ontario, p. 17 Rapport non publié.

Hall, G.E., Winegard, W.C. and McKinney, A. 1968. Report of the Committee Appointed to Inquire Into and Report upon the Pollution of Air, Soil, and Water in the Townships of Dunn, Moulton, and Sherbrooke Haldimand County. Ministère de la Santé, Ontario, 355 p.

Hodge, H.C. and F.A. Smith, 1977. Occupational Fluoride Exposure. Journal of Occupational Medicine, volume 19, no 1: 12-39.

International Primary Aluminium Institute (IPAI), 1981. Environmental Legislation Survey. London, 115 p.

Krook, L. and G.A. Maylin, 1979. Industrial Fluoride Pollution, Chronic Fluoride Poisoning in Cornwall Island Cattle. The Cornell Veterinarian, vol. 69. supplement 8, 70 p.

Litynski, J.K., 1984. Classification numérique des climats mondiaux. Organisation météorologique mondiale, PCM-63.

National Academy of Sciences (NAS), 1971. Fluorides, Biologic Effects of Atmospheric Polluants. Washington, D.C. 295 p.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 1971. Occupational Safety and Health Standards; National Consensus Standards and Established Federal Standards. Fed. Register 36: no. 105, Saturday, May 29: 10504-10505.

Ontario Ministry of the Environment, 1977. Investigation of Fluoride Effects on Vegetation - Cornwall Island, 1969 - 1976. Phytotoxicology Section, for presentation at the International Joint Commission Hearing, June 28-29, Massena, New York.

Ontario Ministry of the Environment, 1982. Investigations of Fluoride Effects on Vegetation in the Vicinity of the Reynolds Metals Company Massena, New York - 1981, Phytotoxicology Section, Air Resources Branch.

Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), 1973. Air Pollution by Fluoride Compounds from Primary Aluminium Smelting. Direction de l'Environnement, Paris, France.

Organisation mondiale de la santé (OMS), 1970. Fluorides and Human Health. Genève, 364 p.

Poisson, R.S., 1984. Les fluorures rejetés à l'atmosphère par les alumineries du Québec. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction générale de l'amélioration et de la restauration des milieux atmosphérique et terrestre, 27 p.

Ramade, F., 1979. Écotoxicologie. Masson, collection d'écologie 9, 2e éd. 228 p.

Roberts, B.A., L.K. Thompson, and S.S. Sidhu, 1979. Terrestrial Bryophytes as Indicators of Fluoride Emission from a Phosphorus Plant, Long Harbour, Newfoundland, Canada. Can. J. Bot., 57: 1583-1590.

Roberts, B.A. and L.K. Thompson, 1980. Lichens as Indicators of Fluoride Emission from a Phosphorus Plant, Long Harbour, Newfoundland, Canada. Can. J. Bot., 58: 2218-2228.

Selikoff, I.J. and E.C. Hammond, 1983. Environmental Contaminants and the Health of the People of the St. Regis Reserve. Environmental Sciences Laboratory Mount Sinai School of Medicine of the City University of New York, New York, Volume I, Fluoride - Medical Survey Findings, 362 p.

Sidhu, S.S. and B.A. Roberts, 1975. Damage to Vegetation in the Vicinity of a Phosphorus Plant, Long Harbour, Newfoundland. Canadian Forestry Service, Bimonthly Res. Notes, Environment Canada, 31: 41-42.

Sidhu, S.S. and B.A. Roberts, 1976. Progression of Fluoride Damage to Vegetation from 1973 to 1975 in the Vicinity of a Phosphorus Plant, Canadian Forestry Service, Bimonthly Res. Notes, Environment Canada, 32: 29-31.

Sidhu, S.S., 1978. Fluoride in Berries from Fluoride Contaminated and Control Areas, Newfoundland Forest Research Center, St. John's, Newfoundland, Information report N-X-164, 15 p.

Sidhu, S.S., 1978. Patterns of Fluoride Accumulation in Forest Species as Related to Symptoms and Defoliation. Canadian Forestry Service, fort Presentation at the 71st Annual Meeting of the Air Pollution Control Association, Houston, Texas, 16 p.

Sidhu, S.S., 1979. Fluoride Levels in Air, Vegetation and Soil in the Vicinity of a Phosphorus Plant. APCA Journal, vol. 29, No 10.

Sidhu, S.S., 1981. Results of Air Monitoring from 1976 to 1980 in the Vicinity of a Phosphorus Plant, Long Harbour, Newfoundland. Canadian Forestry Service, Environment Canada, information report N-X-203, 55 p.

Sidhu, S.S., 1982. Fluoride Deposition Through Precipitation and Leaf Litter in a Boreal Forest in the Vicinity of a Phosphorus Plant, the Science of the Total Environment, 23: 205-214.

Singmaster and Breyer, 1973. Air Pollution Control in the Primary Aluminium Industry. Report to the U.S. EPA, Research Triangle Park, North Carolina.

Suttie, J.W., 1977. Effects of Fluoride on Livestock. Journal of Occupational Medicine, Vol. 19, no 1: 40-48.

Weinstein, L.H., 1977. Fluoride and Plant Life. Journal of Occupational Medicine, Vol. 19, no 1: 49-78.

LISTE DES PUBLICATIONS PARUES AU

CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT

1. RAPPORTS ANNUELS du Conseil consultatif de l'environnement pour 1973-74, 1974-75, 1975-76, 1976-77, 1977-78, 1978-79, 1979-80, 1980-81, 1981-82, 1982-83, 1983-84, 1984-85 et 1985-86.

2. RAPPORT SUR LE TRACÉ HYDRO-ÉLECTRIQUE CHENIER-CHÂTEAUGUAY, 13 août 1975, 208 p. (ÉPUISÉ).

3. RAPPORT SUR LES CONSÉQUENCES ÉCOLOGIQUES DE LA FLUORURATION DE L'EAU, 14 août 1975. 37 p.

4. RAPPORT DU CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT AU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET DE RÉAMÉNAGEMENT DE LA RUE GASPÉ, BROMONT, QUÉBEC, 19 novembre 1975. 99 p.

5. PROJET D'UNE DEUXIÈME ZONE INDUSTRIELLE À SAINT-AUGUSTIN ET À NEUVILLE, 25 mai 1976. 2 tomes, 436 p.

6. AMÉNAGEMENT DES BERGES DE LACS ET DE RIVIÈRES, 30 juin 1976. 205 p.

7. LOCALISATION DES CORRIDORS DE TRANSPORT, 29 juillet 1976. 213 p.

8. IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET ADICO, BAIE SAINT-FRANÇOIS, VALLEYFIELD, 29 octobre 1976. 2 tomes, 566 p.

9. AUDIENCES SUR LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET DE DÉVELOPPEMENT DE LA BAIE JAMES, 31 mars 1977. 2 tomes, 678 p. (ÉPUISÉ)

10. APERÇU SUR LE RECYCLAGE DU PAPIER AU QUÉBEC, 9 septembre 1977. 76 p.

11. IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES ET SÉCURITAIRES DE L'USINE LA PRADE, 15 décembre 1977. 142 p. (ÉPUISÉ)

12. AUDIENCES SUR LES IMPLICATIONS ENVIRONNEMENTALES DU PROJET MINÉRALOPORTUAIRE (ÎLES-DE-LA-MADELEINE), 26 juin 1978. 3 tomes, 1250 p.

13. COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE RÈGLEMENT RELATIF AUX EXPLOITATIONS DE PRODUCTION ANIMALE, 28 juin 1978. 82 p.

14. COMMENTAIRES SUR LE PROJET D'AMENDEMENTS À LA LOI DE LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT (PROJET DE LOI 69), 29 août 1978. 44 p.

15. AVIS SUITE À LA REQUÊTE D'AUDIENCES PUBLIQUES POUR LA PROTECTION DU BOISÉ DES FRANCISCAINES (COLLINE PARLEMENTAIRE, QUÉBEC), 20 septembre 1978. 57 p.

16. COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE RÈGLEMENT CONCERNANT LA CONSTRUCTION DES INSTALLATIONS SEPTIQUES POUR RÉSIDENCES ISOLÉES, 16 octobre 1978. 89 p.

17. AVIS COMPLÉMENTAIRE SUR LE RECYCLAGE DU PAPIER AU QUÉBEC, 10 novembre 1978. 4 p.

18. COMMENTAIRES DES ARTICLES 80, 100 et 111 DU PROJET DE LOI 90 RELATIF À LA PROTECTION DU TERRITOIRE AGRICOLE, 13 décembre 1978. 7 p.

19. EXPLOITATION DES ALGUES MARINES DANS LE GOLFE SAINT-LAURENT, 15 décembre 1978. 84 p.

20. COMMENTAIRES SUR LE PROJET DE LOI 125 (LOI SUR L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE), 17avril 1979. 13 p.

21. L'USAGE DU TABAC DANS LES ENDROITS PUBLICS ET LA PROTECTION DES NON-FUMEURS, 30 mai 1979. 337 p.

22. AVIS SUR LE PROJET DE RÈGLEMENT GÉNÉRAL RELATIF À L'ÉVALUATION ET L'EXAMEN DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT, 17 juillet 1979. 85 p.

23. PROPOSITION D'UNE POLITIQUE SUR LES ESPACES NATURELS AU QUÉBEC, 26 septembre 1979. 189 p.

24. AVIS SUR LE PROJET DE CRÉATION DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 23 octobre 1979. 24 p.

25. RÉTROSPECTIVE DU MERCURE DANS L'ENVIRONNEMENT QUÉBÉCOIS ET PROPOSITION D'ACTIONS, 10 décembre 1979. 126 p.

26. PROBLÉMATIQUE SUR LES ESPACES VERTS NATURELS AU QUÉBEC, octobre 1979. 112 p.

27. L'UTILISATION DES MARAIS SALÉS DU SAINT-LAURENT ENTRE LA POCATIÈRE ET L'ISLE-VERTE, 11 décembre 1979. 5 p.

28. PARCS PROVINCIAUX DE RÉCRÉATION ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, 16 janvier 1980. 9 p.

29. MIEUX CONNAÎTRE LES ESPACES VERTS, janvier 1980. 338 p.

30. PROPOSITION D'UN CONTRÔLE DES PESTICIDES AU QUÉBEC, 15 juillet 1980. 101 p.

31. PROPOSITION D'UNE POLITIQUE GÉNÉRALE SUR LA RÉCUPÉRATION ET LE RECYCLAGE DES DÉCHETS AU QUÉBEC, 4 février 1981. 76 p.

32. AVIS SUR LA PERTINENCE DES CONSEILS RÉGIONAUX DE L'ENVIRONNEMENT, 12 février 1981. 144 p.

33. AVIS COMPLÉMENTAIRE SUR LE RÈGLEMENT GÉNÉRAL RELATIF À L'ÉVALUATION ET À L'EXAMEN DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT, 23 septembre 1981. 41 p.

34. BIOMASSE, ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT, 8 octobre 1981. 131 p.

35. AVIS CONCERNANT UN CONTRÔLE DES EMBARCATIONS MOTORISÉES SUR LES LACS DU QUÉBEC, 15 octobre 1981. 2 tomes. 354 p.

36. AVIS SUR LE PROJET DE POLITIQUE DE PRÉVENTION PRÉPARÉ PAR LE COMITÉ DE PRÉVENTION DU MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 6 janvier 1982. 45 p.

37. PROPOSITION PRÉLIMINAIRE D'UNE POLITIQUE SUR LES BATTURES DU QUÉBEC, 30 avril 1982. 74 p.

38. AVIS SUR LE PROJET DE LOI NO 55 INTITULÉ "LOI MODIFIANT LA LOI SUR LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT ET D'AUTRES DISPOSITIONS LÉGISLATIVES", 9 juin 1982. 46 p.

39. POLITIQUE D'ENCADREMENT FORESTIER DES LACS ET COURS D'EAU DU QUÉBEC, 13 décembre 1982. 195 p.

40. AVIS SUR LE PROJET DE RÈGLEMENT RELATIF AUX EAUX DESTINÉES À LA CONSOMMATION HUMAINE, 11 novembre 1982. 38 p.

41. LES USINES MUNICIPALES D'ÉPURATION DES EAUX USÉES, LEURS ÉMISSAIRES AUX COURS D'EAU ET LE CAS DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE MONTRÉAL, 16 mars 1983. 218 p.

42. BASE D'UNE POLITIQUE DE CONSERVATION POUR LE LITTORAL DU QUÉBEC, 21 février 1984. 2 tomes. 404 p.

43. ÉTUDE SOMMAIRE DES EMPIÉTEMENTS SUR LE LITTORAL QUÉBÉCOIS, 1981. 113 p.

44. AVIS CONCERNANT LE PROJET DE RÈGLEMENT SUR LE DOMAINE HYDRIQUE, 18 juin 1984. 19 p.

45. COLLOQUE DU CONSEIL CONSULTATIF DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE BILAN ET LA PROSPECTIVE ENVIRONNEMENTALE QUÉBÉCOISE, 28 avril 1984. 228 p.

46. AVIS RELATIF À DEUX PROJETS DE RÈGLEMENTS EN VUE NOTAMMENT DE COMBATTRE LES PRÉCIPITATIONS ACIDES, 25 septembre 1984. 74 p.

47. AVIS SUR LA PROTECTION DES TERRES ALLUVIALES DU LAC SAINT-PIERRE, 24 octobre 1984. 40 p.

48. AVIS CONCERNANT LES PROJETS DE RÈGLEMENTS RELATIFS AUX DÉCHETS DANGEREUX, 24 janvier 1985. 47 p.

49. AVIS COMPLÉMENTAIRE SUR LA PROTECTION DES TERRES ALLUVIALES DU LAC SAINT-PIERRE, 21 juin 1985. 75 p.